204105- Folio : q3 - Type : qINT - 29/11/05 13:43:25
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Yellow

GUIDE TECHNIQUE
**TOME 1**

# PRODUIRE DES LÉGUMES BIOLOGIQUES

## Généralités et principes techniques

ITAB
Institut Technique de l'Agriculture Biologique

**Editions ITAB**

- **Coordination et édition :** Frédéric Rey, Aude Coulombel, Marie-Laetitia Melliand, Monique Jonis, Blaise Leclerc (Itab)
- **Rédaction :** collectif, *voir par chapitre*
- **Relecture :** collectif, *voir par chapitre*
- **Pour citer cet ouvrage :** Rey F., Coulombel A., Melliand M.L., Jonis M., Leclerc B., Argouarc'h J., Conseil M., Guide technique « *Produire des légumes biologiques* », Tome 1 : généralités et principes techniques, Itab, 2017
- **Mise en page :** Galerie du Champ de Mars
- **Impression :** Corlet Imprimeur 14110 Condé-en-Normandie
- **N° imprimeur :** 204105
- **ISBN :** 978-2-9562125-0-8
- **Dépôt légal :** octobre 2017

204105- Folio : q4 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:25
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigments

# PRÉAMBULE

## Pourquoi ce guide ?

Alors que les livres de jardinage écologique sont légion, il est étonnant de constater la quasi-absence de livres en français consacrés à la production professionnelle de légumes biologiques. Pourtant, les références locales, fiches techniques et autres études scientifiques concernant le maraîchage biologique se sont accumulées ces dernières années. C'est sur ce constat que l'Itab a souhaité publier un guide technique du maraîchage biologique, afin de pallier le manque d'ouvrages de référence sur ce sujet, tout en valorisant l'abondante matière disséminée dans divers organismes agricoles.

## Pour quel public ?

Cet ouvrage s'adresse aux producteurs de légumes, qu'ils soient déjà en agriculture biologique ou qu'ils envisagent de s'y convertir, aux candidats à l'installation, mais également aux conseillers agricoles, techniciens, enseignants et étudiants.
La question du type de lecteur-maraîcher fut souvent une question délicate lors de l'écriture de ce guide. En effet, que l'on soit un maraîcher diversifié peu mécanisé qui doit livrer chaque semaine de l'année un panier composé d'une vingtaine de légumes aux familles abonnées à son Amap[1], ou un maraîcher spécialisé sur quatre ou cinq légumes qu'il faut absolument maîtriser parfaitement pour livrer des grossistes exigeants, les critères de choix techniques, les facteurs de décision, les itinéraires techniques sont différents. Ce guide tente autant que possible de refléter toute cette diversité du métier et d'intéresser tant le maraîcher diversifié que le légumier spécialisé, chaque auteur ayant toujours eu cela à l'esprit lors de l'écriture.
Ainsi, dans le ▹ **tome 1** ◃ le légumier spécialisé pourra approfondir des notions agronomiques fort utiles ou affiner sa connaissance des ravageurs, tandis que le maraîcher diversifié, ou le candidat à l'installation, pourra, en plus de ces notions, trouver également des conseils essentiels sur l'organisation et la planification de la production de légumes en agriculture biologique. Chacun trouvera par ailleurs rassemblés en un seul ouvrage, le ▹ **tome 2** ◃, des fiches techniques et des conseils jusqu'ici éparpillés.



*A. Coulombel*

204105- Folio : q5 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:25
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigments

## L'équipe de rédacteurs et relecteurs

Ce guide est un ouvrage collectif, écrit par une équipe de six personnes aux profils variés (▷ **voir « Qui se cache derrière ce guide » page 14** ◁). La volonté de l'Itab a été d'y associer une équipe de relecteurs externes conséquente, pointus dans leurs domaines respectifs. C'est ainsi que de nombreux techniciens des Gab[2], des Chambres d'agriculture, des stations d'expérimentation, des maraîchers, des enseignants, des chercheurs et autres experts ont pu relire attentivement ce guide. Qu'ils en soient ici vivement et chaleureusement remerciés. Sans leur implication, cet ouvrage n'aurait pas pu voir le jour. Les auteurs et les relecteurs sont cités à la fin de chaque chapitre.

## Quelles sources d'informations ?

Unique en son genre, ce guide est basé sur la compilation de la plupart des fiches techniques, articles scientifiques et ouvrages existants à ce jour en France sur le maraîchage biologique. Ces sources multiples ont été croisées, vérifiées, affinées, confrontées entre elles, puis synthétisées par l'équipe de rédaction et enfin confrontées à la relecture de spécialistes extérieurs.

Pour permettre au lecteur de garder toute la richesse des sources originelles, le choix a été fait de détailler la bibliographie à la fin de chaque grand chapitre et non pas à la fin de l'ouvrage, de même que pour les coordonnées des relecteurs. Cela permettra au lecteur qui souhaite aller plus loin de se procurer les fiches ou ouvrages cités, voire de rentrer en contact avec le relecteur-expert qu'il aura identifié dans sa région.

Par ailleurs, certains regretteront peut-être l'absence de références technico-économiques précises, légume par légume, voire la compilation de telles références. Si l'Itab est bien conscient de ce besoin crucial pour les maraîchers, il s'est révélé trop hasardeux de vouloir faire des moyennes à partir d'études encore trop rares et hétérogènes. En effet, les données, quand elles existent, concernent souvent des territoires géographiques bien précis, sont très disparates et obtenues avec des échantillons d'agriculteurs parfois peu représentatifs ou avec des profils trop variés, ainsi qu'avec des méthodes et des indicateurs différents. Nous espérons que ce manque sera comblé à l'avenir par une vaste enquête et étude sur les résultats technico-économiques des maraîchers biologiques. Dans cette attente, à chacun de rechercher des références localement.

Il en a été de même pour tous les paramètres des itinéraires techniques de production étroitement liés au climat : la portée très générale de ce guide n'a pas permis de rentrer dans le détail des spécificités régionales. Chacun pourra affiner les informations de ce guide en les croisant avec des sources locales.

*1 - Amap : association pour le maintien d'une agriculture paysanne. Par extension désigne le système de vente hebdomadaire en direct de paniers de légumes sur abonnement avec engagement annuel et paiement à l'avance.*

*2 - Gab : Groupement départemental d'agriculteurs biologiques*

204105- Folio : q6 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigments

## Les sujets abordés

Les informations contenues dans ce guide sont divisées en trois tomes :

- le ▹ **tome 1** ◃ présente la réglementation, les principes techniques de l'agriculture biologique, la base théorique utile à tout maraîcher, ainsi qu'une réflexion sur la planification de la production et l'organisation du travail
- le ▹ **tome 2** ◃ compile une trentaine de fiches techniques par légume abordant tous les aspects de leur production
- le ▹ **tome 3** ◃, en cours, sera dédié spécifiquement à la gestion de l'enherbement, un sujet tellement essentiel en maraîchage biologique qu'il mérite un tome à part. Par conséquent, les fiches-légumes du ▹ **tome 2** ◃ incluent évidemment cette problématique mais elle n'est en revanche quasiment pas abordée dans le ▹ **tome 1** ◃.

Les deux premiers tomes sont parfaitement complémentaires et se font régulièrement référence l'un l'autre. En effet, il ne faut pas prendre les fiches-légumes du ▹ **tome 2** ◃ comme des recettes clés en main à appliquer telles quelles, elles nécessitent une bonne appropriation des concepts exposés dans le ▹ **tome 1** ◃.
Pour les deux tomes, ce qui n'est pas spécifique à l'agriculture biologique n'a volontairement pas été détaillé, de nombreux ouvrages pointus et valables tant pour le maraîchage conventionnel que biologique existant déjà, notamment édités par le Ctifl[3] (reconnaissance des maladies et ravageurs, monographies par culture, ...).

### *L'Itab, institut technique dédié à l'AB*

*Pour comprendre l'agriculture biologique en France et s'y retrouver dans le millefeuille de structures qui œuvrent à son développement, il est utile de connaître un peu d'histoire récente. Créé en 1982, l'Itab construit patiemment depuis plus de 30 ans un réseau solide, qui converge vers la nécessité d'aider les producteurs à mieux maîtriser les systèmes, à développer des solutions innovantes et à développer des pratiques durables.*
*L'Itab est l'organisme dédié à la coordination nationale de la recherche-expérimentation en AB. Il est géré par des professionnels. Il rassemble les experts de terrain, de la recherche et les professionnels afin de produire et valoriser des références techniques sur le mode de production biologique, utiles aux agriculteurs en AB et conventionnels.*

*Ses activités concernent l'élevage, les grandes cultures, la viticulture, les fruits, les légumes, de l'amont (agronomie et systèmes de cultures, semences & plants, santé des plantes et des animaux...) à l'aval (qualité et transformation des produits bio).*
*L'Itab fonctionne en réseau avec tout acteur de la recherche-expérimentation intervenant en AB ou pouvant apporter ses connaissances et en faire profiter l'AB.*
*Il s'appuie notamment sur :*

- *un réseau de stations de recherche et d'expérimentation membres de l'ITAB,*
- *l'Inra, d'autres instituts techniques, d'autres acteurs de coordination de la recherche, des fermes expérimentales et des fermes de lycées agricoles qui mènent des travaux en AB,*
- *le réseau des groupements d'agrobiologistes régionaux et départementaux et des Chambres d'agriculture régionales et départementales.*

*L'Itab organise des journées techniques, édite des guides et cahiers techniques, des synthèses de travaux d'expérimentation, une lettre mensuelle électronique et une revue bimestrielle entièrement consacrée aux techniques alternatives sur toutes les filières : Alter Agri.*
*Accès à des centaines d'infos sur **www.itab.asso.fr***

### ESPACE MARAÎCHAGE EN LIGNE !

**Sur www.itab.asso.fr, des compléments et mises à jour de ce guide papier :**

**▷ actualités**
**▷ mises à jour réglementaires**
**▷ connaissances techniques**
**▷ résultats de recherche**
**▷ partages d'expériences**

3 - *Ctifl : Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes*

204105- Folio : q7 - Type : qINT-20041005 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigmata

**AVERTISSEMENT**

**De nombreuses informations règlementaires (ex. règlement européen de l'agriculture biologique) sont susceptibles d'évoluer dans le temps, rendant certaines informations contenues dans cette édition papier erronées. L'Itab ne saurait en être tenu pour responsable et chaque maraîcher devra se conformer aux indications de son organisme certificateur. L'Itab s'efforcera de centraliser sur l'espace maraîchage en ligne les informations réglementaires au fur et à mesure de leur évolution.**

## Le maraîchage biologique à l'itab

La commission légumes, comme les autres commissions techniques de l'Itab, a été créée au début des années 90. Elles ont progressivement pris de l'ampleur et contribué à réunir tous les acteurs.
Le guide que vous avez entre les mains est le fruit de cette construction patiente d'un tissu relationnel et institutionnel solide. La commission légumes de l'Itab est l'interface qui a permis à ce guide de passer du besoin à l'idée, de l'idée au projet, pour finalement aboutir à cet ouvrage. Cet espace de concertation regroupe, en effet, des représentants des Chambres d'agriculture, de la Fnab[3], des Instituts techniques et de recherche, des stations régionales, des établissements agricoles et, des producteurs ainsi que les groupements de producteurs bio. Ainsi, toutes les compétences disponibles ont été sollicitées, que ce soit pour distiller la matière première nécessaire à l'élaboration d'un tel ouvrage, ou pour affiner son contenu au fur et à mesure de son élaboration.
L'Itab anime le réseau de la recherche-expérimentation en maraîchage biologique, autour des acteurs référents en recherche/formation/développement. La panoplie des outils déployés par l'Itab est large : des groupes de travail permettent de faire le point sur les sujets d'intérêts, de monter des projets de recherche pour avancer (protection des cultures, variétés, agronomie), le Qui Fait Quoi (ou QFQ, Base de données de l'Itab en ligne des travaux de recherche-expérimentation en AB en France - http://qfq.itab.asso.fr) les recense, et les Journées Techniques les mettent en valeur.

## Un espace maraîchage sur www.itab.asso.fr

L'Itab développe une interface dédiée aux légumes biologiques sur son site ▹ **www.itab.asso.fr** ◃ qui centralise les informations et mises à jour réglementaires, les connaissances techniques et résultats de recherche.
L'Itab s'attache à y développer un espace d'échanges et de retours d'expériences autour du maraîchage biologique, regroupant les utilisateurs du guide et au-delà pour améliorer encore les références et créer du bien commun.

## Soutien

Tous nos remerciements aux organismes qui ont apporté leur soutien financier à la réalisation de ce guide : Ministère en charge de l'agriculture (fonds Casdar), Fondation de France, Fondation Lemarchand, Terra Symbiosis, Ademe.



*M. Conseil/IBB-P.A.I.S.*

3 - *FNAB : Fédération Nationale des Agriculteurs Biologiques.*

204105- Folio : q8 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# Paroles de professionnels du légume bio impliqués à l'Itab


Itab

## ***Alain Delebecq,*** *Président de l'Itab de 2007 à 2013*

*« Tout, tout, tout, vous saurez tout sur le poireau… ou presque ! Ah, combien de fois de jeunes apprentis nous sollicitent pout tout savoir sur tous les légumes ! Beaucoup de littérature existe déjà, alors quelle peut être la plus-value de cet ouvrage ?! Peut-être de proposer une synthèse des bases indispensables et des bonnes questions à se poser pour entreprendre une production professionnelle de légumes, complétée des apports des techniciens et des derniers résultats de la recherche et agrémentée de savoir-faire piochés ici ou là. Approfondir ses connaissances est une condition indispensable à l'activité agricole tant elle est une affaire complexe et que les travers se paient « cash ». Il vous faudra pourtant les éprouver sur le terrain, les approfondir, les adapter, les enrichir ou les remettre en cause comme ces producteurs, techniciens, chercheurs qui ont versé une petite part de leur savoir-faire à cet ouvrage. A vous de profiter, sans modération, de ce bouillon de cultures. »*


Biomas

## ***François Le Lagadec,*** *administrateur Itab de 2003 à 2013*

*« Parce qu'elle nourrit les hommes et agit sur l'environnement, l'agriculture joue un rôle essentiel dans la préservation des équilibres. En considérant leurs fermes comme des agro-systèmes écologiques locaux à insérer au mieux dans leur environnement naturel, les premiers agriculteurs biologiques ont ouvert la voie à un mouvement global dont l'action positive s'amplifie d'année en année.*

*Aujourd'hui, pour un développement à une échelle plus importante, le mouvement bio doit permettre aux paysans et aux organisations d'accéder non seulement aux connaissances expérientielles, mais encore à une rationalisation des systèmes et à des itinéraires techniques comparés, puis améliorés au travers des apports scientifiques et expérimentaux.*

*Après 30 années de présence attentive, de récolte de données et d'engagement pour coordonner et synthétiser en France la production de connaissances relatives à l'agriculture biologique, l'Itab continue à éditer des ouvrages de vulgarisation. Ouvrages qui rassemblent les connaissances apportées par le vaste panel des organisations qui composent ou accompagnent l'Institut et par les réseaux scientifiques associés et reposant sur l'expression du mouvement bio dans son ensemble. Partant du principe général pour aboutir aux propositions concrètes d'itinéraires techniques pour de nombreuses espèces, ce manuel permettra aux maraîchers bio expérimentés et aux nouveaux entrants de gagner un temps précieux dans la recherche de l'efficacité nécessaire à leur performance économique. »*


Itab

## ***Rémy Fabre,*** *Président de la commision légumes de l'Itab de 2013 à 2016*

*« La collaboration et l'échange entre les différentes structures du réseau de l'agriculture biologique a été un facteur déterminant pour la parution de ce guide sur les légumes biologiques. L'Itab, outil national de coordination de la technique et la recherche, a permis de mobiliser les compétences à la fois générales sur l'AB et spécifiques du maraîchage bio pour publier cet ouvrage de référence.*

*Ce guide, outil fort utile au développement du maraîchage bio, doit aussi être une base pour aller plus loin en favorisant la mise en commun et le partage des connaissances, les adaptations aux perpétuelles évolutions réglementaires et techniques, autant d'objectifs visés par l'espace maraîchage sur www.itab.asso.fr. »*

204105- Folio : q9 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# Témoignages de partenaires impliqués dans la réalisation de ce guide

## Les Chambres d'agriculture

Les Chambres d'agriculture, organismes publics chargés du développement et du conseil agricole, sont engagées sur l'agriculture biologique. Dans le secteur maraîcher et légumier, ce sont une cinquantaine de conseillers spécialisés en AB qui interviennent auprès des producteurs de toute la France sur l'agronomie, la conduite des cultures, la stratégie de l'exploitation et l'amélioration de la connaissance des débouchés.

Spécialistes techniques du légume biologique, ils mutualisent leur compétences au sein du réseau des Chambres d'agriculture afin de délivrer un conseil le plus adapté possible à tous les types d'agriculteurs faisant appel à leurs services. La coordination des travaux sur le légume biologique est assurée par un expert technique national légume biologique, référent pour les conseillers et pour les structures partenaires.

Les collaborations avec l'Itab, le Grab d'Avignon, le Ctifl, l'Inra, les résultats des travaux des stations expérimentales associées au réseau des Chambres d'agriculture travaillant sur le légume en AB (Station expérimentale de Bretagne Sud, Légumes Centre Action, Sica Centrex, Serfel, Planète légumes…) et des expérimentations menées chez les producteurs leur permettent de maintenir un haut niveau d'expertise, garantie d'un conseil de pointe pour les producteurs.

Dans le cadre de la collaboration avec l'Itab, les conseillers des Chambres d'agriculture spécialisés sur le légume biologique se sont donc naturellement investis dans la rédaction des parties techniques de ce guide maraîchage biologique. Ils espèrent qu'il répondra à vos attentes ! Pour plus de conseils, n'hésitez pas à contacter votre Chambre d'agriculture.

www.chambres-agriculture.fr

## Le réseau Fnab

Le réseau Fnab rassemble les Groupements régionaux et départementaux d'agriculture biologique (22 Grab et 72 Gab). Il propose un accompagnement spécialisé en agriculture biologique fondé sur une expertise partagée entre producteurs et salariés. Il compte 30 conseillers techniques spécialisés en légumes biologiques répartis dans 18 régions. L'appui technique proposé comprend des actions d'accompagnement collectif (groupe d'échange technique de maraîchers), de suivis et conseils à la ferme, d'expérimentation et recherche en privilégiant les démarches participatives, mais aussi l'accompagnement des projets d'installation. Cette expertise est valorisée dans de nombreux outils et publications (aides à la planification, fiches techniques, guide variétal, etc.). Elle a également été mise à contribution pour la rédaction de ce guide.

Le réseau Fnab se réjouit de voir ce guide paraître, fruit d'une collaboration entre différentes organisations et coordonné par l'Itab. Il donne l'accès à tous les maraîchers et porteurs de projet à une information technique globale, consolidée à l'échelle nationale et adaptée aux spécificités de la production de légumes biologiques (réglementation bio, approche globale, grande diversité des cultures...).

www.fnab.org

204105- Folio : q10 - Type : qINT-20410505 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Le Grab d'Avignon

Créé en 1979, le Groupe de Recherche en Agriculture Biologique a été la première structure française d'expérimentation spécifiquement dédiée aux productions végétales biologiques pour les fruits, les légumes et la viticulture. Le Grab est un membre actif du réseau des stations bio partenaires de l'Itab. Il a pour missions la recherche appliquée, la diffusion/formation et l'expertise. Les thématiques d'expérimentations sont destinées à répondre au plus près aux préoccupations des agriculteurs biologiques du Sud-Est : gestion de la fertilité, évaluation variétale, biodiversité fonctionnelle, gestion des ravageurs et maladies... La diffusion des résultats est réalisée notamment via son site internet (www.grab.fr), la publication d'articles dans la presse spécialisée et les portes ouvertes... L'équipe «maraîchage» du Grab s'est fortement impliquée dans la relecture de ce guide.

## La P.A.I.S.

La Plateforme Agrobiologique d'Initiative Bio Bretagne à Suscinio (P.A.I.S.) est une station d'expérimentation professionnelle, membre actif du réseau des stations bio partenaires de l'Itab, et dédiée aux productions végétales biologiques, dont les légumes. Sur ses 6 hectares de terre et chez les professionnels de la région, la P.A.I.S. mène des travaux d'expérimentation (variétés et ressources génétiques, itinéraires techniques, protection des cultures), de valorisation des résultats, de formation des agriculteurs et futurs agriculteurs, et réalise du conseil technique dans nos domaines de compétences (semences et plants, protection des cultures, biodiversité, etc.). Nous mettons en œuvre des travaux à l'initiative des professionnels bretons de la filière biologique, et participons à des travaux de recherche et expérimentations dans le cadre de projets nationaux ou européens, en partenariat avec d'autres acteurs de la recherche et du développement de l'AB. Les compétences de la P.A.I.S. dans le domaine des légumes biologiques ont amené ses animateurs scientifiques et techniques, à participer à la relecture de plusieurs chapitres et fiches de ce guide. Cet ouvrage est la synthèse inédite de bases agronomiques, réglementaires et de références techniques pour une très grande diversité de cultures et systèmes de production de légumes biologiques. Il deviendra un outil indispensable pour tout maraîcher, porteur de projet ou formateur en maraîchage – et pas uniquement en maraîchage biologique.
www.bio-bretagne-ibb.fr

## Le réseau Formabio

Le réseau agriculture biologique de l'enseignement agricole a pour mission :

- d'aider les établissements à sensibiliser les élèves, stagiaires, apprentis et étudiants de l'enseignement agricole à l'agriculture biologique dans le cadre général du développement durable et à mettre en place des formations spécifiques sur ce thème pour en professionnaliser les acteurs,
- de développer la coopération des établissements avec les professionnels de l'agriculture biologique sur les thèmes de Recherche-Formation-Développement.

De nombreuses fiches du ▹ **tome 2** ◃ de ce guide ont été relues par des acteurs de l'enseignement agricole spécialisés en légumes biologiques de toute la France.
www.reseau-formabio.educagri.fr


M. Conseil/IBB-P.A.I.S.

204105- Folio : q11 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## L'Inra Alénya-Roussillon

Le domaine expérimental Alénya-Roussillon basé dans les Pyrénées-Orientales est l'unité de l'Inra spécialisée dans l'étude des systèmes maraîchers sous serres et abris. Son collectif de 20 personnes mobilise des structures dédiées à la pépinière de plants et 5500 m² sous abris plastiques froids en sol (dont 1600 m² en AB). La finalité de l'unité est de concevoir, caractériser, expérimenter et évaluer des systèmes techniques maraîchers sous abri permettant de mieux répondre aux enjeux de la durabilité. Les travaux associent les disciplines biotechniques et sciences économiques et sociales et mobilisent un partenariat varié issus de la R & D en production légumière. Ils reposent sur des expérimentations analytiques ou systémiques, des démarches de conception participatives et des enquêtes en exploitations. Ils traitent en priorité de gestion intégrée de la santé des cultures et de la prise en compte des leviers et contraintes exercés sur les systèmes techniques par le circuit de commercialisation. Le cœur de métier de l'unité est l'agronomie système en étudiant essentiellement l'échelle de la parcelle et du système de culture et s'enrichissant d'analyses à d'autres niveaux organisationnels ou spatiaux (prise en compte des abords, du paysage, niveau exploitation agricole ou filière). Ce guide, auquel nous avons participé à la relecture, sera un support de travail capitalisant les références utiles à la conception de systèmes innovants à destination des exploitations en AB ou pour l'évolution de systèmes conventionnels.
**www.montpellier.inra.fr**

## Le Civambio 66

L'importance de la filière maraîchère bio en région Languedoc-Roussillon a nécessité la mise en place depuis 1992 d'une expertise conseil à la production bio. Cette mission régionale d'expérimentation et d'expertise est mise en œuvre par le Civambio 66 en réponse aux orientations de la commission interprofessionnelle fruits et légumes bio de Sud et Bio. Cette expertise s'appuie sur les travaux de la station expérimentale Biophyto qui depuis plus de 20 ans participe à la mise au point de techniques culturales spécifiques de l'AB, l'acquisition de références techniques et économiques pour le maraîchage bio du Sud-Est, l'amélioration de la biodiversité fonctionnelle des parcelles culturales.
La station Biophyto est l'une des 3 stations maraîchères du réseau des stations bio partenaires de l'Itab agréées par France Agri Mer (Civambio 66, Grab, P.A.I.S.) et travaille en partenariat avec Sud expé, le réseau expérimental du Languedoc Roussillon.
L'expert technique régional maraîchage bio pour Sud et Bio-Civambio 66 et membre de la commission maraîchage Itab a participé à la relecture de fiches du ▹ **tome 2** ◃ (tomate, aubergine, poivron, concombre).
**www.sud-et-bio.com**

204105 - Folio : q12 - Type : qINT-19-04-05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# SOMMAIRE



Qui se cache derrière ce guide ? ..... 14

## CHAPITRE I - Principes de base



J. Argouarc'h

1-1 CONVERTIR SA FERME À L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE ..... 19
1-2 GESTION DU SOL ..... 36
1-3 IRRIGATION ..... 65
1-4 FERTILISATION ET ENGRAIS VERTS ..... 95
1-5 GESTION DE L'ENHERBEMENT ..... 138
1-6 BIODYNAMIE ..... 142

▷ voir sommaire détaillé du chapitre pages 17 et 18 ◁

## CHAPITRE II - Santé des plantes



L. Fourrié

2-1 GESTION GLOBALE DE L'AGROSYSTÈME : CRÉER UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE AUX CULTURES ET À LEURS AUXILIAIRES ..... 157
2-2 MOYENS DE LUTTE DIRECTE POUR MAÎTRISER LES BIO-AGRESSEURS ..... 187
2-3 PRINCIPAUX RAVAGEURS DES LÉGUMES ..... 209
2-4 PRINCIPALES MALADIES DES LÉGUMES ..... 261
2-5 PROTECTION BIOLOGIQUE DES LÉGUMES ..... 290

▷ voir sommaire détaillé du chapitre pages 155 et 156 ◁

204105- Folio : q13 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigments



F. Rey



A. Coulombel



A. Coulombel

## CHAPITRE III - Semences & plants

3-1 SEMENCES BIOLOGIQUES ..... 308
3-2 PRODUIRE SES PLANTS ..... 332

▷ voir sommaire détaillé du chapitre page 307 ◁

## CHAPITRE IV - Recolte et conservation

4-1 RÉCOLTE ..... 352
4-2 LAVAGE ET CONDITIONNEMENT ..... 356
4-3 CONSERVATION ET STOCKAGE ..... 360

▷ voir sommaire détaillé du chapitre page 351 ◁

## CHAPITRE V - Gestion globale et organisation

INTRODUCTION ..... 379
5-1 ROTATIONS ET ASSOLEMENTS : ORGANISATION DE LA PRODUCTION SUR LES PARCELLES ET SUR L'ANNÉE ..... 387
5-2 CHOIX ET GESTION DU MATÉRIEL ..... 423
5-3 CHOIX ET GESTION DES SERRES ET TUNNELS ..... 438
5-4 CHOIX ET GESTION DES BÂTIMENTS ..... 450
5-5 ORGANISATION DU TRAVAIL ..... 459

▷ voir sommaire détaillé du chapitre pages 377 et 378 ◁

## CHAPITRE VI - Résultats technico-économiques

QUELQUES DONNÉES ÉCONOMIQUES ..... 476
6-1 RÉFÉRENCES TECHNICO-ÉCONOMIQUES ..... 477
6-2 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES DE DIFFÉRENTES EXPLOITATIONS ..... 483
6-3 RÉFLEXIONS SUR LA DURABILITÉ ..... 500

▷ voir sommaire détaillé du chapitre page 475 ◁

204105- Folio : q14 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigorka

# MAIS QUI SE CACHE DERRIÈRE CE GUIDE ?

La TRIBU

Cher lecteur,
toi qui prends la peine de lire
ces quelques lignes, sache
que derrière cet ouvrage collectif
se cache une tribu bigarrée,
aux compétences complémentaires
et unie sous la bannière de l'Itab.
Des renforts de différents réseaux
(voir préambule) et d'agriculteurs
ont également été appelés pour
apporter des compléments
mais aussi repérer les imprécisions
et autres petites boulettes
qui auraient malencontreusement
pu se glisser dans nos textes.

### ▷ Fred.

Fred a fait son possible pour que ce projet, dont on parlait déjà bien avant son arrivée à l'Itab en 2007, se concrétise. Son souci était également qu'il se déroule dans de bonnes conditions (la joie et la bonne humeur bien sûr) et qu'il aille jusqu'à son terme sans écueils. Pour cela, il a fallu durant la bagatelle de 30 mois, mobiliser les partenaires techniques et financiers, échanger, discuter, parfois aussi, avec un tantinet de diplomatie, négocier, argumenter et rediscuter…

### ▷ Aude.

Chargée de com' à l'Itab, avec son entrain et sa touche de fantaisie, Aude a été très impliquée dans la bonne marche du projet : montage des dossiers de financement, gestion de l'édition, recherche de photos, relecture et co-mise en place de l'interface web complémentaire de ce guide.

### ▷ Monique.

Forte d'un passé de 12 ans à l'Itab, Monique, maintenant affranchie, a suivi le projet depuis son stade prénatal, en 2003. Bien au chaud depuis le Sénégal (Monique déteste avoir froid), elle s'est impliquée dans la rédaction de chapitres et dans la relecture globale avec **Marie-Laetitia**.

### ▷ Marie-Laetitia.

Avec une expérience dans les légumes bio et dans le journalisme agricole, Marie-Laetitia était la femme de la situation. Efficace et rigoureuse, elle a mis son talent au profit de l'Itab, avec la tâche, il faut le dire, « ingrate » de repasser sur les écrits des auteurs (ce qu'ils n'aiment pas, en général !), afin d'assurer la cohérence et la fluidité des textes. Heureusement, ayant aussi été auteure de certaines parties, certain(e)s ont pu se venger (mais on ne vous dira pas qui !).

Tout sur l'Itab : **www.itab.asso.fr**

204105 - Folio : q15 - Type : qINT-19-04-05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bagekta

### ▷ Margot.

Particulièrement impliquée sur le ▷ **tome 2** ◁ pour la réalisation des fiches légumes, Margot a dû naviguer parmi une « houle » de références, synthétiser et surtout, reprendre et compiler les nombreuses contributions des relecteurs extérieurs, parfois d'ailleurs pas tous d'accord entre eux. Elle a mené cette mission tout en s'installant pour faire des légumes et pousser des enfants (heu ou le contraire), histoire de vérifier si les préconisations du guide étaient fiables.

### ▷ Joseph.

Déjà célèbre pour sa contribution à la rédaction de l'ouvrage « *Maraichage biologique* », paru chez Educagri en 2004, lorsqu'il était formateur en maraîchage bio au CFPPA du Rheu, Joseph a accepté de partager ses précieuses compétences et connaissances en rédigeant plusieurs chapitres comme : l'organisation de la production et l'analyse des résultats. A la retraite, il est investi dans le monde associatif, en particulier dans le réseau Cocagne.

### ▷ Nicolas.

Master des outils collaboratifs, Nicolas a cogité sur le lancement d'une version 2.0 de ce guide technique : une interface internet qui pourra être alimentée régulièrement et enrichie de forums… Ou comment transformer un ouvrage collectif en bien commun, pour pouvoir l'améliorer encore et y associer aussi ses lecteurs.

### ▷ Blaise.

Véritable pape de la matière organique et de la fertilité des sols, Blaise a pris la plume pour la rédaction de plusieurs parties et a fait bénéficié le groupe de ses illustres expériences.

### ▷ Mathieu.

Responsable depuis janvier 2014 du maraîchage à l'Itab, l'efficace Breton, a apporté ses qualités et son expertise à la relecture, au projet de plateforme internet et à la coordination du tome 3 sur la gestion des adventices.

### ▷ Flore.

La graphiste la plus joviale, efficace et patiente à qui l'on doit la mise en beauté de ces nombreuses pages !

### ▷ Camille.

Journaliste œil de lynx qui a relu avec grand soin la maquette du tome 2.

Merci à Alain Delebecq, Marie Dourlent, Rémy Fabre, François Le Lagadec, Krotoum Konaté et tant d'autres, qui ont lancé, cru et soutenu la réalisation de cet ouvrage.
Merci également aux fournisseurs de photos : Julien Jouanneau, Joseph Argouarc'h, Aude Coulombel, Mathieu Conseil, Catherine Mazollier, Frédéric Rey, Blaise Leclerc, Jean-Jacques Raynal et l'Inra pour le stock principal, mais également chaque personne qui a aimablement permis d'utiliser quelques clichés de sa collection.

## Envie de partager ?

**Rendez-vous sur www.itab.asso.fr pour partager vos expériences en maraîchage bio et consulter les compléments à ce guide (mises à jour, actu, articles...).**

204105- Folio : q16 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

# CHAPITRE I
# Principes de base



204105- Folio : q17 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



**1-1 CONVERTIR SA FERME A L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE ... 19**

- AVANT TOUTE DÉMARCHE DE CONVERSION ... 20
- BASES TECHNIQUES DE LA PRODUCTION DE LÉGUMES BIOLOGIQUES ... 23
- DÉMARCHES ADMINISTRATIVES À EFFECTUER POUR CONVERTIR SA FERME ... 26
- CHRONOLOGIE DE LA CONSTRUCTION DU PROJET DE CONVERSION ... 33
- CAS PARTICULIER DE L'INSTALLATION ... 34
- SOURCES ... 35
- RÉDACTION ET RELECTURE ... 35

**1-2 GESTION DU SOL ... 36**

- PROPRIETÉS DES SOLS UTILISÉS POUR LE MARAÎCHAGE ... 36
- DES ANALYSES ET DES OBSERVATIONS POUR MIEUX CONNAÎTRE SON SOL ... 49
- TRAVAIL DU SOL : OBJECTIFS, PRATIQUES ET OUTILS ... 52
- SOURCES ... 64
- RÉDACTION ET RELECTURE ... 64

**1-3 IRRIGATION ... 65**

- INTRODUCTION ... 65
- QUELQUES NOTIONS UTILES EXPLIQUÉES À PARTIR D'UN EXEMPLE DE BILAN HYDRIQUE PARCELLAIRE ... 67
- CONTRÔLE DU NIVEAU D'EAU DANS LE SOL PAR TENSIOMÈTRE ... 75
- CONDUITE DE L'IRRIGATION EN PRATIQUE ... 76
- DIFFÉRENTS MODES D'IRRIGATION ... 79
- DESCRIPTION D'UNE INSTALLATION COMPLÈTE D'IRRIGATION ... 86
- EXEMPLE D'UNE INSTALLATION D'IRRIGATION RÉCENTE : LE GAEC RADIS & CO ... 88
- POINT SUR LA RÉGLEMENTATION LIÉE À L'IRRIGATION ... 92
- SOURCES ... 94
- RÉDACTION ET RELECTURE ... 94

204105- Folio : q18 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**1-4 FERTILISATION ET ENGRAIS VERTS** ..... **95**

▹ RAPPELS RÉGLEMENTAIRES ..... 97

▹ NE PAS CONFONDRE FERTILISATION DES CULTURES ET FERTILITÉ DES SOLS ..... 98

▹ AMENDEMENTS ORGANIQUES : POUR LA FERTILITÉ DU SOL ..... 99

▹ ENGRAIS ORGANIQUES : POUR LA FERTILISATION DES CULTURES ..... 117

▹ ENGRAIS ET AMENDEMENTS MINÉRAUX ..... 121

▹ ENGRAIS VERTS ..... 123

▹ SYNTHÈSE SUR LA FERTILISATION ET LES ENGRAIS VERTS ..... 135

▹ SOURCES ..... 137

▹ RÉDACTION ET RELECTURE ..... 137

**1-5 GESTION DE L'ENHERBEMENT** (RÉSUMÉ) ..... **138**

▹ RÉDACTION ET RELECTURE ..... 141

**1-6 BIODYNAMIE** ..... **142**

▹ FONDEMENTS DE L'AGRICULTURE BIODYNAMIQUE ..... 143

▹ NOTION D'ORGANISME AGRICOLE ..... 145

▹ COMPRÉHENSION DU VÉGÉTAL EN BIODYNAMIE ..... 146

▹ COMPOST ET PRÉPARATIONS BIODYNAMIQUES ..... 148

▹ DÉMARCHE DE RECHERCHE EN BIODYNAMIE ..... 151

▹ SOURCES ..... 153

▹ RÉDACTION ET RELECTURE ..... 153

204105 - Folio : q19 - Type : qINT-19-04-05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

# 1-1 CONVERTIR SA FERME A L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE



**Pourquoi convertir sa ferme (ou se convertir ?) à l'agriculture biologique. Convertir implique les notions de transformation et de changement en profondeur. Les motivations qui conduisent à la décision de conversion sont très diverses, elles résultent d'un évènement : rencontre, accident ou au contraire d'une longue réflexion. Elles sont d'ordre technique, économique, commercial, éthique voire idéologique… Le « pourquoi » de la conversion dépend donc des « trajectoires de vie et de production » de chacun.**

**Le « comment » passe par l'application des bonnes pratiques d'agronomie : convertir son système de production, c'est le transformer en changeant d'abord la façon dont on le considère. Deux principes doivent guider ce changement :**

- **l'attention portée au sol qui redevient la base du système, puisque c'est lui qui pourvoit à la nutrition et à la bonne santé des cultures,**
- **l'abandon d'un mode de raisonnement curatif, pour des pratiques basées sur l'observation, l'anticipation et la prophylaxie….**

**Ce changement a souvent un impact important sur la structure du système de production et sur l'organisation du travail. La démarche de conversion doit donc s'anticiper et se préparer très en amont de « l'acte administratif » de conversion. Elle s'envisage sur le moyen terme en s'inscrivant dans un parcours progressif afin que le passage en bio soit plus proche de l'officialisation d'un projet déjà mûri plutôt qu'un changement brusque et traumatisant pour le système… et pour le producteur.**

204105 - Folio : q20 - Type : qINT-19-14-05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

# AVANT TOUTE DÉMARCHE DE CONVERSION

## Faire le bilan complet de l'exploitation et se poser quelques questions

### Bilan technique

Existe-t-il des difficultés techniques graves non résolues ? Quel est l'état de la fertilité des parcelles ? Les variétés sont-elles adaptées au contexte pédo-climatique ou seulement au circuit de distribution ? Les moyens de lutte directe étant peu nombreux en agriculture biologique (fongicides et insecticides peu nombreux, herbicides interdits), celle-ci privilégie la prévention et la gestion globale des parcelles voire de la ferme. De même l'interdiction des engrais de synthèse implique une gestion de la fertilité sur le long terme (rotations, amendements organiques, engrais verts…). La surveillance et l'observation des cultures deviennent alors primordiales pour déceler précocement les départs de maladies et d'attaques parasitaires, les invasions d'adventices, mais également les carences nutritionnelles (ou les excès) et pouvoir intervenir rapidement.
**Une attention particulière doit être portée aux moyens de contrôle des adventices, point souvent crucial de la réussite d'une conversion.** En effet, l'absence d'herbicide autorisé en agriculture biologique rend nécessaire une réflexion de fond sur l'organisation du travail (temps consacré au désherbage), la modification des itinéraires techniques, l'outillage (les outils manuels : houe, sarcloir..., et les outils tractés : bineuse, butteuse, voire herse étrille) et la gestion du parcellaire (stock de graines d'adventices, abords). Pour ces raisons, une connaissance pointue des parcelles et des espèces cultivées et de leurs potentialités est importante : elle permet de mesurer les risques d'une conversion et d'anticiper les problèmes. La réussite de la conversion dépend beaucoup de la pression initiale des principaux pathogènes et ravageurs, du stock de graines adventices dans le sol, ainsi que de la maîtrise de la fertilité du sol. La conversion de surfaces de cultures maraîchères sera d'autant plus risquée et aléatoire qu'elles nécessitaent déjà, avant la conversion, de nombreuses interventions (traitements phytosanitaires, engrais, herbicides...).

### Bilan humain

C'est peut-être le plus important des quatre bilans à faire. Il est important de s'interroger sur les raisons profondes qui motivent le passage au mode de production biologique (aspirations personnelles, interrogations techniques, contexte économique…), car toute démarche de conversion peut aller jusqu'à la re-conception totale du système de production.
De plus, la motivation et l'implication des autres personnes (s'il y en a) qui travaillent sur l'exploitation est primordiale : le personnel est-il intéressé par cette démarche et ce mode de production ? A-t-il été impliqué dans la décision de conversion ? Est-il bien informé des changements et difficultés que cela va impliquer ?
L'accompagnement technique et l'environnement humain jouent également un rôle important. Le porteur du projet de conversion peut-il compter sur le soutien moral et/ou technique de son entourage : famille, voisins, associé(s) et plus largement sur le réseau socio-professionnel de la zone où il se trouve (autres producteurs bio, structures d'accompagnement technique et/ou économique) ?

204105- Folio : q21 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



## Bilan économique

Les comptes de l'exploitation sont-ils équilibrés ? Une conversion est un investissement à moyen terme qu'il convient de préparer. La conversion est généralement une période délicate pour l'économie d'une exploitation car elle implique souvent une réorganisation du travail, un investissement en matériel nouveau, voire l'embauche de personnel supplémentaire et fréquemment des baisses de rendement. De plus, durant les deux années de conversion pour les cultures annuelles, il est rare de pouvoir valoriser les légumes à un tarif supérieur à celui du conventionnel. Selon les cas, le circuit de distribution comme la part respective des différents circuits de commercialisation peuvent être amenés à être modifiés, ce qui peut avoir des répercussions sur le type de production, l'organisation de la ferme et la planification des activités. Il est également important de prendre en compte le coût plus élevé des intrants (semences biologiques, amendements organiques) et/ou de réfléchir aux sources d'approvisionnement (pour les fertilisants et amendements organiques notamment). Les évolutions concernant la commercialisation ont aussi un impact sur la trésorerie dont il faut tenir compte. En effet, les délais de paiement varient en fonction des types de débouchés (avance de trésorerie dans le cas des AMAP, délais pouvant dépasser 60 jours en circuits longs).
Pour toutes ces raisons, il est fortement conseillé de dresser un « plan de trésorerie » pour repérer les périodes de l'année délicates financièrement. En fait, **il s'agit presque de refaire le Plan de développement économique[1] (PDE) de la ferme, devenu PE depuis janvier 2015 - Plan d'Entreprise,** (avec plan de trésorerie, mais aussi plan d'investissements et projections des comptes de résultat et de bilan sur les années à venir), **car c'est une restructuration conséquente de la ferme qui peut s'opérer au moment de la conversion.**

## Bilan commercial

La conversion est généralement associée à une évolution de la stratégie de commercialisation (elle peut même en être un des facteurs déclenchants). Il est important de l'anticiper tout autant que les modifications d'ordre technique. Souvent la vente est pensée comme une conséquence évidente de la production (« on produit, on verra ensuite ») alors qu'elle doit faire intégralement partie du projet. La stratégie de commercialisation doit être anticipée car elle demande l'acquisition de compétences spécifiques (par exemple dans le cas du développement de la vente directe), ainsi qu'un investissement financier et en temps (recherche d'une nouvelle clientèle et/ou de nouveaux débouchés). La gamme doit être réfléchie en lien avec le type de vente choisie et la clientèle visée et réciproquement. En conséquence, l'organisation du travail et la planification des cultures doivent s'articuler avec le couple production – vente. Par exemple, comment gérer les inévitables périodes de suractivité et/ou de surproduction au niveau commercial et celles où au contraire la production sera trop faible (début du printemps)[2] ?

*1 - PDE : Plan de développement économique qu'un agriculteur doit établir avant son installation pour prétendre aux aides à l'installation. Devenu le PE (Plan d'entreprise) depuis le 1er janvier 2015.*

*2 - Pour en savoir plus : fiches Fnab « Réflexions sur la commercialisation de ses productions bio » - www.fnab.org / nos activités / filières de commercialisation / Fiches de commercialisation*

204105- Folio : q22 - Type : qINT-20140505 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Aller à la pêche aux informations et aux contacts

Avant d'entamer les démarches de conversion, il est important de prendre contact avec les structures chargées localement de l'accompagnement des producteurs biologiques. Il s'agit des associations de producteurs biologiques (Gab, CivamBio) et des Chambres d'agriculture (liste disponible sur www.chambres-agriculture.fr ou sur www.itab.asso.fr / rubrique « acteurs bio régionaux »). Il en existe au moins une par département et une par région. Par ailleurs, 14 régions ont mis en place des « Pôles Conversion Bio », guichet unique pour toutes les informations relatives à la bio et aux projets de conversion. Ces plateformes d'information réunissent les compétences des différentes structures pouvant aider les producteurs dans la construction de leur projet de conversion et leur proposent un accompagnement adapté. Tous les contacts sont disponibles sur le site web dédié à la conversion à l'AB : www.conversionbio.org.

Que ce soit dans un cadre concerté ou non, les différentes structures d'accompagnement organisent régulièrement des formations pour les personnes qui envisagent une conversion. Des conférences techniques, des visites et des démonstrations de matériel sur des fermes biologiques, des rencontres avec les producteurs bio installés depuis longtemps ou encore en cours de conversion... complètent ce dispositif. Ce sont autant d'occasions d'acquérir des connaissances mais aussi et surtout de rencontrer des personnes qui sont soit dans la même démarche, soit en bio depuis longtemps et dont l'expérience et les conseils seront précieux. Les associations (Gab, CivamBio, MABD[3]) et les Chambres d'agriculture font aussi du conseil technique et sont chargées des diagnostics d'exploitation préalables à la conversion et du suivi administratif des dossiers de conversion.

Dans certaines régions, les candidats à la conversion pourront aussi se tourner vers des organisations économiques de producteurs bio spécialement dédiées à la mise en marché collective des fruits et légumes biologiques[4], ou bien d'organisations plus généralistes comme le réseau des coopératives ou les bureaux régionaux d'Interfel[5]… Il existe également dans certains territoires des organisations économiques d'agrobiologistes dédiées à l'introduction de produits bio et locaux en restauration hors domicile, dont les fruits et légumes.

Enfin, au niveau national, trois structures sont dédiées à l'agriculture biologique : l'Agence Bio (statistiques, communication grand public et promotion du mode de production biologique), la Fnab[6] (syndicat de défense des intérêts des producteurs biologiques) et l'Itab (institut technique : coordination de la recherche-expérimentation en agriculture biologique, diffusion technique, expertise). Il existe également un centre national de ressources documentaires spécialisé en agriculture biologique : ABioDoc. Une partie de sa base documentaire est en ligne (Biobase : www.abiodoc.com). Les coordonnées de ces structures sont détaillées en ▹ **annexe I** ◃.

### *Diagnostic d'exploitation*

*Le diagnostic de conversion vise à poser un état des lieux de la situation initiale de la ferme avant la construction du projet de conversion. Il s'agit d'identifier d'une part les points de conformité actuels avec la réglementation bio (qu'est-ce qui, dans le fonctionnement actuel de l'exploitation, est déjà conforme aux exigences réglementaires bio ? Qu'est-ce qui ne l'est pas et en quoi ce n'est pas conforme ?) et d'autre part les atouts, les faiblesses et les éléments incontournables à prendre en compte lors de la conversion. Ces deux parties peuvent se mener ensemble ou en deux phases distinctes (selon les outils de diagnostic en vigueur, le temps disponible, le degré d'information recherché…). Le diagnostic sert de base à la construction du projet de conversion. Les outils et méthodes de diagnostic utilisés sont multiples et varient selon les régions, mais tous doivent permettre de faire un état des lieux de la situation initiale. Pour en bénéficier, il faut se renseigner auprès du conseiller bio (Chambre d'agriculture et/ou Gab) ou du Pôle conversion régional lorsqu'il existe.*

3 - *MABD : Mouvement d'agriculture biodynamique – www.bio-dynamie.org- Coordonnées en annexe I*

4 - *Il s'agit par exemple de l'APFLBB en Bretagne, SudOuestBio et la CABSO en Aquitaine et Midi-Pyrénées, Bio Loire Océan en Pays de la Loire, Val Bio Centre en région Centre, Norabio en Nord-Pas-de-Calais, SoléBio dans le Sud-Est, etc....*

5 - *Interfel : association interprofessionnelle des fruits et légumes frais*

6 - *Fnab : Fédération nationale d'agriculture biologique : www.fnab.org – Coordonnées en annexe I*

204105- Folio : q23 - Type : qINT-20140505 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



# BASES TECHNIQUES DE LA PRODUCTION DE LÉGUMES BIOLOGIQUES[7]

Tous les principes brièvement décrits ci-dessous et l'intégralité des obligations réglementaires (contenus dans le règlement européen sur les productions biologique CE n° 834/2007 et CE n° 889/2008) doivent être mis en application dès le début de la conversion. La mise en œuvre de ces nouvelles techniques entraîne des modifications dans l'organisation du travail sur la ferme et le fonctionnement agronomique des parcelles, qui devront être anticipées.

La conversion devant s'anticiper et s'envisager dans un parcours de transition raisonné sur le moyen terme, **il est conseillé de commencer la conversion technique avant la conversion « administrative »**. En effet, la conversion suppose souvent des modifications profondes du système de production (adoption de nouvelles variétés, rotations plus longues et plus complexes, engrais verts, nouveaux circuits de commercialisation etc.) qui impliquent l'adoption de techniques nouvelles que le producteur devra apprendre à maîtriser (outils de travail du sol, prophylaxie, gestion des adventices...). Il faut également tenir compte de l'inertie du système sol / plantes en lien avec le changement du mode de fertilisation.
Le processus de transition vers la bio doit donc démarrer très largement en amont de la démarche administrative de conversion. Il est donc souhaitable de se rapprocher autant que possible des pratiques biologiques et de réfléchir au volet économique et commercial du projet avant « d'officialiser » le processus administratif de conversion.

## Pratiquer des rotations longues et diversifiées
(▹ voir chapitre 5-1 ◃)

La rotation pluriannuelle des cultures est une nécessité tant agronomique que règlementaire. La rotation est un facteur clé de la réussite du système en agriculture biologique car elle permet de maintenir les terres « propres », de préserver et d'augmenter la fertilité naturelle des sols (utilisation notamment d'espèces enrichissantes comme les Fabacées[8]), de réduire la pression parasitaire et le risque de maladies et d'assurer au final une sécurité financière au producteur. La diversité maîtrisée et optimisée des productions sur la ferme joue un rôle important dans la pérennisation du système. En effet, la production de fruits et légumes est fortement soumise aux aléas climatiques qui ont une incidence sur la production, mais aussi sur la consommation. Diversifier les productions dans le temps et l'espace permet de mieux gérer le risque. Mieux vaut ne pas mettre tous ses œufs (ou ses choux) dans le même panier ! Attention toutefois à ne pas confondre diversification et dispersion, il convient de faire des choix pertinents et d'avoir une très bonne organisation afin de ne pas se laisser déborder.

**ATTENTION**

**La production d'une même culture alternée par un engrais vert ou une culture dérobée ne constitue pas une rotation ! Néanmoins, la place des engrais verts dans la rotation est très importante aussi bien du point de vue de la fertilisation que pour la prévention des maladies et des ravageurs** (▹ voir chapitre 1-2 ◃ et ▹ chapitre 5-1 ◃).

*7 - Ces thématiques sont plus largement développées dans les chapitres dédiés.*

*8 - Fabacées : ex-Légumineuses : ▹ voir la nouvelle nomenclature des familles botaniques sur le marque page ◃*

204105- Folio : q24 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## Entretenir la fertilité des sols sans engrais de synthèse : « nourrir le sol pour nourrir la plante » (▹ voir chapitre 1-3 ◃)

La gestion de la fertilité se raisonne sur le long terme, elle se base sur des rotations introduisant des engrais verts, des Fabacées, des plantes à enracinement profond... Seul le recours à des apports complémentaires de matières organiques, de préférence compostées et provenant prioritairement d'élevage bio, est autorisé ainsi que les engrais organiques ou minéraux listés dans la réglementation européenne : liste des produits autorisés par le règlement bio CE n° 889/2008 sur www.itab.asso.fr, espace maraîchage et ▹ **voir chapitre 1-3** ◃.
La mise en place d'un chantier de fabrication de composts peut être envisagée. La conversion, en redonnant au sol son rôle primordial d'interface-tampon entre les façons culturales et les cultures, ne sera pas sans conséquence sur les dynamiques du sol (rétention d'eau, libération ou blocage des éléments nutritifs…) et donc sur la nutrition des cultures et leur physiologie. D'un point de vue agronomique, le passage d'une fertilisation minérale (facilement quantifiable), à une fertilisation organique va modifier la réserve et la disponibilité des éléments nutritifs. Des carences ou des excès ponctuels peuvent apparaître, notamment lorsque la fertilisation minérale est stoppée brusquement et que l'activité biologique du sol n'est pas encore suffisamment fonctionnelle pour renouveler la réserve en éléments nutritifs à partir des apports organiques. Il faut donc s'attendre à des baisses de rendement et de qualité des récoltes, notamment pour les espèces à cycles longs.

## Maîtriser les adventices sans herbicide (▹ voir tome 3 ◃)

Aucune substance herbicide n'est autorisée en agriculture biologique, la maîtrise des adventices doit donc se faire par d'autres moyens :
- ▹ agronomiques : technique du faux semis ou choix de variétés compétitives ou encore choix d'une rotation longue et variée qui permet de rompre le cycle des adventices,
- ▹ mécaniques : le paillage ou l'emploi d'outils spécialisés,
- ▹ thermiques : la solarisation ou l'utilisation d'un désherbeur thermique,
- ▹ manuels : en dernier recours, pour les petites surfaces, les cultures délicates et/ou sur le rang.

Toutes ces méthodes peuvent bien sûr se combiner.

## Contrôler les ravageurs et maladies en privilégiant la prévention et les équilibres naturels (▹ voir chapitre 2 ◃)

Il s'agit de substituer le raisonnement : « un problème peut être solutionné par un produit de traitement » par « un problème est le résultat d'un déséquilibre qu'il convient de corriger, en agissant sur la globalité de l'agro-système ». Il convient pour cela de **favoriser au maximum aussi bien la biodiversité cultivée** (rotations diversifiées, utilisation d'engrais verts, choix de variétés adaptées au contexte pédo-climatique…), **que naturelle** (mise en place d'aménagements favorables à l'installation et au développement de la faune auxiliaire : haies, bosquets, bandes fleuries, nichoirs, abris divers etc.).

204105- Folio : q25 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



**Les produits autorisés en bio étant peu rémanents, rarement curatifs et souvent peu sélectifs, la priorité est donnée à la prévention.** L'agriculteur doit accroître sa vigilance et son temps d'observation des cultures, afin que tout problème puisse être traité précocement. Les matières actives autorisées[9], qui ne doivent être utilisées qu'en dernier recours, sont listées en annexe II du règlement européen sur les productions biologiques.

## Utiliser des semences et plants biologiques

(▹ voir chapitre 3 ◃)

Les végétaux cultivés selon le mode de production biologique doivent être issus de semences ou de matériels de reproduction végétative dont la plante mère, dans le cas des semences, et la ou les plantes parentales, dans le cas du matériel de reproduction végétative, ont été produites :

- ▹ sans l'utilisation d'OGM et de produits obtenus à partir d'OGM ou par des OGM (Art. 9 du CE n° 834/2007 § 1),
- ▹ ET selon les méthodes de production biologique sur des parcelles déjà converties pendant au moins une génération.

En cas de non disponibilité en bio de la variété souhaitée, des dérogations peuvent être accordées pour l'utilisation de semences non bio et non traitées par des produits interdits en bio, mais elles sont sévèrement encadrées. En revanche, il n'y a pas de dérogation permettant d'utiliser des plants maraîchers non biologiques. L'utilisation de plants de pommes de terre ou de semences traités avec des produits non autorisés en agriculture biologique est interdite.

Les listes des espèces et des types variétaux disponibles et ceux pour lesquels des dérogations peuvent être accordées sont actualisées en permanence en fonction des disponibilités des fournisseurs et consultables en ligne sur www.semences-biologiques.org[10].

*9 - AB en France, réalisé par l'ITAB et l'INAO, en ligne sur www.itab.asso.fr.*

*10 - Site web géré par le Gnis*

204105- Folio : q26 - Type : qINT-20140505 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

# DÉMARCHES ADMINISTRATIVES A EFFECTUER POUR CONVERTIR SA FERME

## Démarches obligatoires pour toute conversion à l'agriculture biologique

Elles sont au nombre de trois :

- **le choix d'un organisme certificateur (OC).** Tout opérateur souhaitant s'engager en agriculture biologique et bénéficier de la certification est tenu de soumettre son exploitation et/ou son entreprise à un régime de contrôle effectué par un OC de son choix, agréé par arrêté interministériel. (▷ **Consultez la liste depuis www.itab.asso.fr, espace maraîchage** ◁). Le ou les OC contactés transmettent un devis chiffré de leur intervention et une proposition de contrat, comprenant un engagement à respecter la réglementation en agriculture biologique ;
- **la notification à l'Agence Bio :** Dès le choix de l'OC effectué, le producteur doit notifier son activité auprès de l'Agence Bio. Cette démarche est obligatoire et constitue le premier acte administratif à faire lors du démarrage de la conversion. Cette notification doit se faire lors de l'engagement en bio ; les années suivantes, seuls les changements seront à signaler à l'Agence Bio (mise à jour annuelle si nécessaire), et ce tant que les surfaces sont cultivées selon le mode de production biologique. Un guide de la notification est disponible en ligne sur le site de l'Agence Bio dans l'espace « Notification ». Il est possible d'effectuer cette notification en ligne , mais aussi par courrier postal (également par téléphone mais uniquement pour les mises à jour, pas pour une première notification). L'obligation réglementaire que représente la notification, permet - si on le souhaite - de figurer gratuitement dans l'annuaire professionnel des opérateurs en agriculture biologique et donc de faire connaître son activité ;
- **l'engagement auprès d'un organisme certificateur.** Une fois la notification effectuée et le contrat signé avec l'organisme choisi, ce dernier valide la notification du producteur auprès de l'Agence Bio, et adresse au producteur une attestation d'engagement au mode de production biologique. Un contrôleur ou auditeur prend rendez-vous pour une première visite, qui peut avoir lieu plusieurs mois après la date d'engagement. Par la suite, les contrôles sont annuels et comportent aussi des visites inopinées. Un certificat est délivré chaque année pour les produits jugés conformes à la réglementation sur l'agriculture biologique.

**La date de début de conversion est celle de l'engagement de l'opérateur (agriculteur, transformateur, organisation de producteurs...) auprès de l'organisme de contrôle et de certification à condition que la notification ait été effectuée. Si des points de non-conformité avec la réglementation bio sont relevés lors de la première visite du contrôleur, la date d'engagement en bio est repoussée à la date à laquelle le producteur se met en conformité.**

Le coût de la certification varie selon les organismes certificateurs et les régions, et dépend du type et de la taille de la ferme (avec un forfait minimum quelle que soit la surface, variable selon les organismes).

**ATTENTION**

**La notification est une obligation réglementaire, aussi indispensable que l'engagement auprès d'un organisme de contrôle**
(▷ voir coordonnées de l'Agence bio en annexe I ◁).

**ATTENTION**

**Les démarches d'engagement auprès d'un OC doivent se faire juste après les démarches de notification.**

204105 - Folio : q27 - Type : qINT-19-14-05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche



### *Chronologie des démarches administratives de conversion*

*1 ▷ choix d'un OC,*
*2 ▷ notification de l'activité AB auprès de l'Agence Bio,*
*3 ▷ engagement auprès de l'OC choisi,*
*4 ▷ validation de la notification par l'OC directement auprès de l'Agence bio, et envoi par l'OC d'une attestation d'engagement au producteur,*
*5 ▷ attestation de notification disponible en ligne sur le site de l'Agence Bio,*
*6 ▷ délivrance par l'OC à l'issue du premier contrôle d'une attestation de certification pour une année et pour les productions constatées conformes au règlement AB,*
*7 ▷ mise à jour chaque année de la notification (si nécessaire) : en ligne, par courrier ou téléphone.*

## Période de conversion

La période de conversion est de deux ans, avec une distinction entre cultures annuelles et pérennes :

▷ **les cultures annuelles bénéficieront de l'appellation « biologique » si elles sont semées 24 mois après la date de début de conversion de la parcelle,**

▷ **les cultures semi-pérennes** (artichauts, asperges, certains petits fruits et certaines PPAM[11]) **ne bénéficieront de l'appellation « biologique » que si elles sont récoltées 24 mois après la date de début de conversion de la parcelle.**

Pendant la période de conversion, l'agriculteur produit en respectant les règles de l'agriculture biologique (notification auprès de l'Agence Bio et engagement auprès d'un OC) mais ne peut pas faire référence au mode de production biologique lors de la commercialisation de ses produits (interdiction d'utiliser le logo par exemple). Ces deux années correspondent à des années de culture pleines et non à des années civiles.

### *Communication et logo AB pendant et après la conversion*

*Ce n'est qu'au terme des deux années de conversion que la mention « Agriculture Biologique» ou « biologique » peut être utilisée. Cependant, pour une culture récoltée après 12 mois de conduite des parcelles (2ème année de conversion ou C2) dans le respect du cahier des charges de la production biologique, la mention « en conversion vers l'agriculture biologique » peut être utilisée sur les produits végétaux, sous certaines conditions[12], mais* ***ni le logo européen, ni le logo AB ne peuvent être utilisés.*** *Lors des 12 premiers mois de conduite selon les règles de la production biologique (1ère année de conversion ou C1), les produits ne peuvent pas faire mention du mode de production biologique et doivent être vendus en conventionnel (▷* ***voir figures 1 et 2*** *◁). A l'issue de la période de conversion l'utilisation du logo européen est obligatoire, celle du logo français AB est facultative.*

*11 - PPAM : Plantes à parfum, aromatiques et médicinales*

*12 - Cette disposition ne s'applique que pour les produits végétaux bruts (fruits et légumes) ou transformés avec un seul ingrédient. Ex : « jus de pommes en conversion » mais pas « jus de pommes et de poires en conversion».*

204105- Folio : q28 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

Pour les cultures légumières de plein champ avec une seule récolte par an (▷ **voir figure 1** ◁), il est conseillé, afin de ne pas perdre une saison de commercialisation avec la référence au mode de production biologique, de s'engager auprès de l'OC avant le début de la saison de production (semis).
Pour les cultures maraîchères semi-pérennes, il est préférable de s'engager juste avant les récoltes (▷ **voir figure 2** ◁). En revanche dans les systèmes maraîchers plus complexes (au moins deux récoltes par an), cette optimisation devient moins pertinente.
Les schémas ci-dessous ne sont que des exemples indicatifs, il convient d'adapter le choix de la date d'engagement à chaque système de production.

**Figure 1 : Périodes de conversion optimales pour les productions légumières de plein champ (une seule récolte par an)**

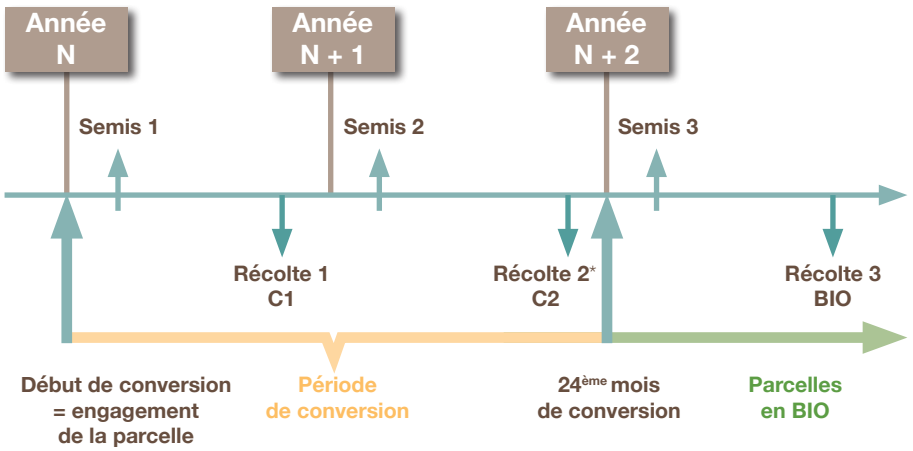
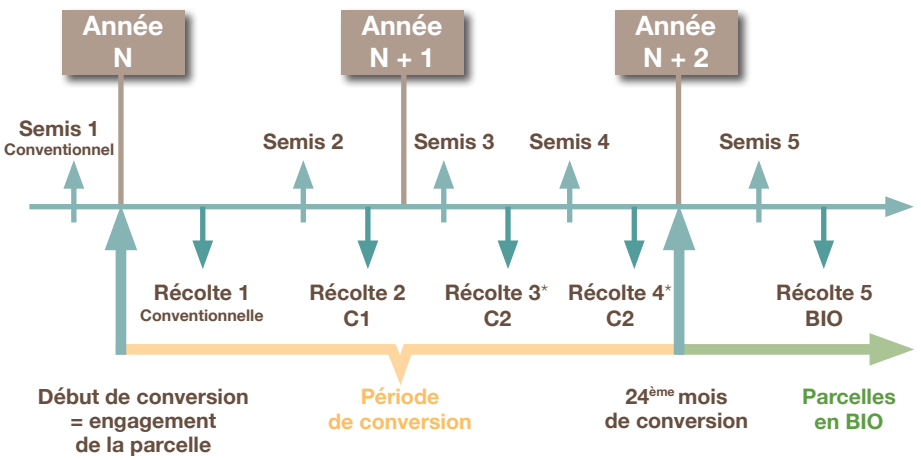



**Figure 2 : Périodes de conversion optimales pour les productions maraîchères (plusieurs récoltes par an)**




* *Commercialisation avec la mention « produits en conversion vers l'agriculture biologique »*

204105 - Folio : q29 - Type : qINT-29-14-05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

**ATTENTION**

**Cette période transitoire et administrative de deux ans n'a pas de réelle signification technique, puisque les modifications pédologiques et agronomiques se font sur une échelle de temps beaucoup plus longue. En effet, elles sont liées à de nombreux facteurs environnementaux qui n'évoluent pas tous dès la première année de transition, d'où l'importance de commencer la conversion technique avant la conversion administrative.**

### Cas particuliers : période de conversion réduite ou supprimée

Dans quelques (rares) cas, la période de conversion peut être réduite voire supprimée :

- **la suppression totale de la période de conversion** est possible s'il n'y a pas eu d'intervention au moins 36 mois consécutifs avant l'engagement de la parcelle en AB auprès de l'OC (ex : une prairie naturelle, une friche, une jachère, un parcours, un bois ou une lande, un bassin en terre ou un étang sans eau). La période de conversion peut alors être annulée et la parcelle peut directement être certifiée biologique. Des preuves devront être fournies à l'OC pour prouver que les parcelles (ou les bassins ou les étangs) n'ont pas été traitées avec des produits interdits par les règlements sur l'agriculture biologique pendant une période d'au moins 36 mois consécutifs. Des analyses de résidus pourront être demandées. En tout état de cause, la certification directe des parcelles sans période de conversion est soumise à la validation préalable par l'OC, avec vérification par le contrôleur et ce avant toute intervention du producteur sur les surfaces concernées ;
- **la réduction de la période de conversion (réduite à six mois ou un an)** est possible s'il n'y a pas eu d'intervention depuis au moins 24 mois consécutifs avant l'engagement de la parcelle auprès de l'OC : un pâturage, un parcours ou une aire d'exercice extérieure utilisés pour des **espèces non herbivores** et pour les lapins (application de l'article 37, § 2 du CE n° 889/2008). La période de conversion de la parcelle peut alors être réduite à 12 mois. Dans ce cas de figure, les produits ne peuvent pas bénéficier de l'appellation « en conversion vers l'agriculture biologique » durant cette période.
  De façon générale lorsque la parcelle n'est pas cultivée depuis au moins un an, c'est-à-dire occupée par les précédents cités ci-dessus, il est vivement recommandé de prendre contact avec l'OC et de faire constater l'état de la parcelle avant d'entreprendre tout travail de mise en culture (défrichage, labour…). Cela simplifiera d'autant les démarches pour éventuellement obtenir l'autorisation de réduire la période de conversion.

## Mixité entre bio et conventionnel sur une même exploitation

Il s'agit de la présence simultanée sur une même ferme de parcelles biologiques et non biologiques (ou éventuellement en conversion). La cohabitation d'espèces différentes bio et non bio est autorisée. La cohabitation d'une même espèce en bio et en conventionnel n'est autorisée que dans la mesure où les variétés cultivées sont différentes et facilement distinguables. Les parcelles, lieux de production et de stockage doivent être clairement séparés.
La culture en bio et non bio, la même année, sur une même ferme, d'une même variété ou de variétés difficiles à distinguer, conduit au déclassement de toute la production en conventionnel.
La culture, sur une même ferme, la même année, d'une même variété, ou de variétés difficiles à distinguer, en bio et C2, en bio et C1, en C2 et C1, conduit au déclassement de toute la production dans la catégorie inférieure.

Dans le cas d'une même espèce et de variétés différentes mais difficiles à distinguer la mixité peut être tolérée dans certains cas (à voir au préalable avec l'OC). Par exemple pour la production de choux-fleurs, dont les variétés sont peu distinguables, le critère de distinction retenu est la période de récolte.

204105- Folio : q30 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Dans ce cas, le producteur doit mettre en œuvre tous les moyens de traçabilité décrits dans le règlement CE n°889/2008 (art. 63 à 73) et s'engager sur les mesures de contrôle suivantes :

- ▹ prévenir l'OC des dates de récoltes bio et non bio,
- ▹ informer l'OC des volumes conventionnel et bio récoltés,
- ▹ effectuer un suivi systématique des volumes des récoltes ainsi que des sorties et en informer l'OC,
- ▹ accepter un plan de contrôle renforcé de la part de son OC (contrôle supplémentaire, analyse variétale, certificat de lots …),
- ▹ ne stocker à la ferme qu'une qualité de ces variétés : soit «bio» (y compris «conversion»), soit «non bio».

**De façon générale, la mixité sur une même ferme maraîchère, même avec des espèces différentes ou des variétés facilement distinguables est fortement déconseillée.** Elle doit être réservée aux cas où elle est inévitable (acquisition de nouvelles parcelles, conversion progressive, contrat de production de semences, espèce en lutte obligatoire…) et ne doit pas être envisagée dans la durée. Elle accroît en effet très fortement les risques de contaminations croisées et de pollutions fortuites, et exige une traçabilité sans faille, aussi bien lors de la production que du stockage et de la commercialisation.

## Mesures financières de soutien à la conversion[13]

Les aides financières à la conversion sont prévues dans le cadre de la Pac[14]. Des dispositifs financiers complémentaires (aides à la certification bio…) existent dans certaines régions et/ou départements. Les procédures étant complexes et les interlocuteurs variables d'une zone à l'autre, il est vivement recommandé de se rapprocher du conseiller bio de sa zone afin d'être appuyé pour ces démarches de demande d'aides.

### Aide à la conversion en France métropolitaine : la mesure SAB-C
(Soutien à l'agriculture biologique, volet Conversion)

Cette mesure SAB-C (premier pilier de la Pac) ne concerne que les surfaces en conversion à l'agriculture biologique. L'aide SAB-C peut être perçue durant cinq ans à compter de la date de début de conversion et indépendamment du passage des parcelles à un statut de « parcelle certifiée ». La demande d'aide SAB-C doit être renouvelée annuellement via la déclaration Pac (en indiquant « C » suivi de l'année de démarrage de la conversion dans la colonne «SAB» du formulaire S2 jaune). Il s'agit d'une aide à l'hectare. Le montant de l'aide SAB-C varie selon les types de cultures.
Il existe également un volet « Maintien » au dispositif SAB (SAB-M) auxquelles ne sont éligibles que les parcelles certifiées.

**ATTENTION**

**Les informations fournies ci-contre ne sont qu'indicatives et ne représentent qu'un aperçu des principales aides.**

*13 - Les données de cette partie sont essentiellement issues du site de la Fnab : www.conversionbio.org. Elles sont susceptibles d'évoluer.*

*14 - Pac : Politique agricole commune*

204105- Folio : q31 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pantone



## DÉFINITIONS

### *Maraîchage vs cultures légumières*

**Dans le cadre de ces aides financières à la conversion, le maraîchage est défini comme deux cultures annuelles sur une parcelle ou sous abris hauts (tunnels ou serres mobiles, ou fixes à l'exception des surfaces hors-sol).**

**La culture légumière de plein champ correspond à une culture annuelle de légumes.**

Les obligations du producteur et les modalités pour souscrire à cette aide sont les suivantes :

- respect de la réglementation bio (notification + engagement auprès d'un OC),
- engagement de l'agriculteur à conserver une activité bio sur cinq ans à compter du 16 mai de l'année de la première demande d'aide,
- pour une première demande, fournir une attestation d'engagement établie par l'OC précisant les surfaces engagées et le type de culture, ainsi que la date de début de conversion. Ce document est à joindre au dossier PAC, ou le cas échéant à transmettre avant le 15 septembre de l'année de demande,
- pour une première demande, transmettre une présentation des perspectives de débouchés pour l'exploitation (étude de marché),
- si l'agriculteur est déjà engagé en bio ou en conversion et que sa demande d'aide concerne de nouvelles parcelles, il faut transmettre une copie du document justificatif (certificat) en cours de validité délivré par l'OC ainsi que la copie de la déclaration adressée par le producteur à l'OC mentionnant les nouvelles parcelles entrant en conversion. Si cette « nouvelle tranche » de conversion modifie le projet d'exploitation, il faut également transmettre une nouvelle étude des perspectives de débouchés.

Montant indicatif maximum des aides de la mesure SAB-C :

- maraîchage et arboriculture : 900 € / ha (niveau SAB-C4),
- cultures légumières de plein champ : 350 € / ha (niveau SAB-C3).

Il s'agit là de montants maximum par hectare, en effet si le total national des demandes de soutien sont supérieures au montant de l'enveloppe annuelle prévue, ils peuvent être révisés à la baisse (application d'un coefficient stabilisateur). Néanmoins, les montants alloués lors de l'engagement resteront identiques pendant les années suivantes c'est-à-dire que les agriculteurs ont la garantie que les montants accordés seront équivalents d'une année sur l'autre : **l'année de début de conversion est donc l'année de référence pour déterminer le montant minimal versé pendant les années suivantes.**
En cas de réduction de la période de conversion, il est possible de demander à bénéficier des aides à la conversion ; quelle que soit la durée de la période de conversion, les producteurs s'engagent à rester en bio durant au moins 5 ans. En revanche, les parcelles qui ont vu leur période de conversion supprimée (passage direct en bio) ne sont pas éligibles à l'aide à la conversion (SAB-C) ; elles ne peuvent prétendre qu'à l'aide au maintien (SAB-M).

## **Mesure agri-environnementale territorialisée** (MAET Bio-Conv)

Comme la mesure SAB-C, les MAET sont des aides de la PAC. Pour être éligible à la mesure « MAET Bio-Conv », les parcelles en conversion doivent se situer sur un territoire à enjeu environnemental (eau ou biodiversité) sur lequel la mesure MAET Bio-Conv est ouverte. C'est la Région et/ou le Département qui délimitent les « territoires à enjeu », qui ouvrent ou non la mesure MAET Bio-Conv sur ce territoire, et qui en établissent le cahier des charges territorial.
Pour les producteurs en conversion se situant sur un territoire où une MAET présentant des engagements de réduction de produits phytosanitaires[15] est ouverte, l'engagement « Bio-Conv » doit obligatoirement être proposé ; les producteurs en conversion peuvent ainsi y souscrire en substituant tous les engagements prévoyant la réduction de l'usage des produits phytosanitaires par l'engagement «conversion à la bio».

*15 - Mesures MAET « phyto01 » à « phyot07 » et « phyto10 »*

204105- Folio : q32 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Le montant de l'aide dépend des types d'engagements choisis et combinés entre eux : une MAET «Bio-Conv» peut ainsi proposer des montants supérieurs à l'aide nationale SAB-C.
Comme toutes les aides de type MAE, il s'agit d'un engagement contractuel de cinq ans, sans possibilité de modification du type de couvert d'une année sur l'autre. Les montants sont garantis en intégralité d'une année sur l'autre.

**REMARQUE**

**L'instruction des dossiers Pac (SAB et MAET) est faite par les Directions départementales des territoires (DDT[16]).**

## Crédits d'impôts en faveur de l'agriculture biologique
(CI-Bio)

Il s'agit d'un dispositif fiscal national, cumulable avec les aides de la Pac spécifiques à l'agriculture biologique (MAE-CAB, MAET-bio, SAB-C, SAB-M) dans une certaine limite. En cas de dépassement, le montant du crédit d'impôt sera diminué d'autant.

**Les conditions d'éligibilité sont les suivantes :**
▹ être engagé auprès d'un OC et être notifié auprès de l'Agence Bio,
▹ réaliser au moins 40 % de son activité en mode de production biologique.

Pour en faire la demande, il faut déposer une déclaration au centre des impôts de son secteur (formulaire n°2079-Bio-SD). Lors de la déclaration d'impôt, dans le formulaire spécifique aux agriculteurs, il faut cocher la case WA (crédit d'impôt) et indiquer le montant auquel il est possible de prétendre. Le montant indicatif pour 2015 était un forfait de 2 500 € par ferme par agriculteur*.

## Autres aides possibles

En plus des aides précédemment décrites, des aides régionales ou départementales peuvent avoir été mises en place comme les aides à la certification, des aides aux investissements ou des dispositifs financiers prenant en charge tout ou partie d'un service de conseil technique (ex : chèques conseil bio avant ou pendant la conversion). Pour les connaître plus précisément, il faut se renseigner localement auprès du conseiller bio et/ou du Pôle Conversion. A noter que les producteurs bio peuvent solliciter des aides prévues pour l'ensemble des producteurs, même si ces aides ne sont pas fléchées spécifiquement vers les projets de conversion à la bio.

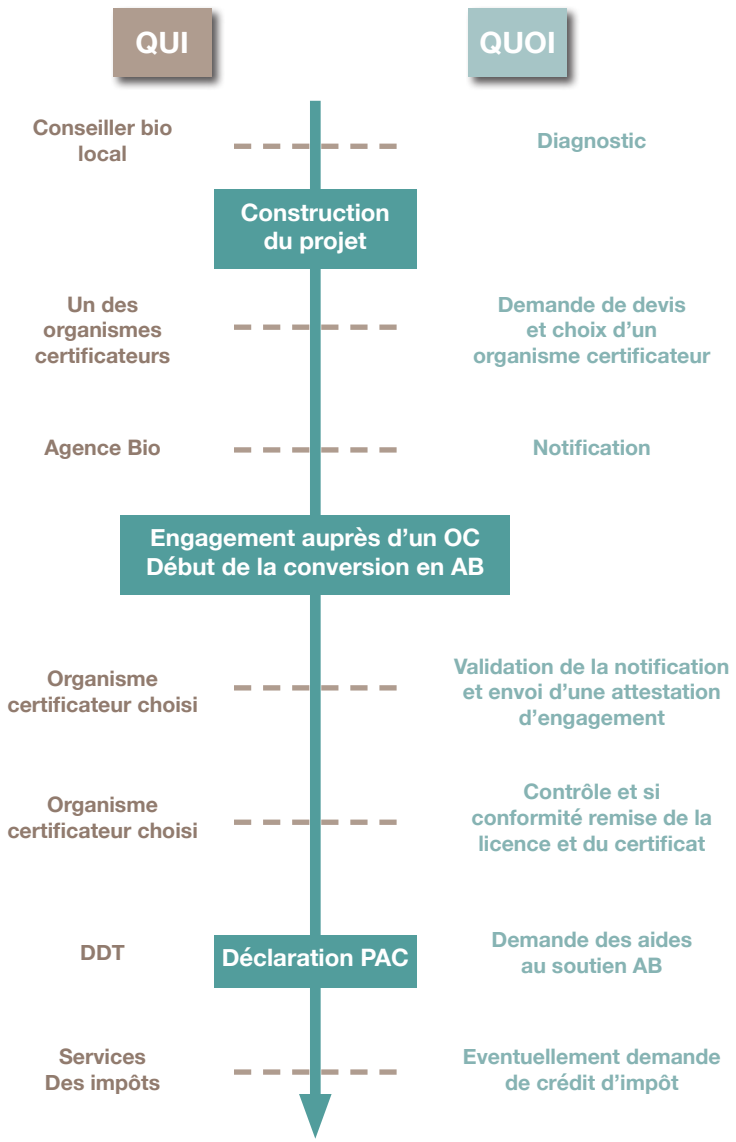
* *dans la limite de 3, soit 7500 €, dans le cas d'un GAEC*

*16 - Direction départementale des territoires (et de la mer) = fusion des DDAF et des DDE (Direction départementale de l'équipement)*

204105- Folio : q33 - Type : qINT - 29/11/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



# CHRONOLOGIE DE LA CONSTRUCTION DU PROJET DE CONVERSION



204105- Folio : q34 - Type : qINT-20141105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

# CAS PARTICULIER DE L'INSTALLATION

Dans le cas d'une installation en maraîchage biologique, il est possible de bénéficier de l'accompagnement prévu dans le cadre du parcours à l'installation « classique ». L'interlocuteur principal de ce parcours est le Point Info Installation, devenu Point Accueil Installation depuis janvier 2015, qui constitue le relais départemental du dispositif d'accompagnement national. La construction et la réalisation d'un Plan de professionnalisation personnalisé (PPP) est obligatoire pour ceux qui souhaitent obtenir les aides à l'installation de l'Etat et – selon les régions – les aides des collectivités territoriales. En matière de formation, le PPP est composé d'un stage collectif obligatoire de 21 heures et d'actions de formation complémentaires, proposées selon les profils et les besoins du bénéficiaire (dont, dans certains cas, une formation diplômante pour obtenir la capacité professionnelle).

Un Plan de développement économique de l'exploitation (PDE), devenu Plan d'Entreprise (PE) depuis le 1er janvier 2015, doit aussi être réalisé afin de démontrer la viabilité et la faisabilité du projet d'exploitation. Dans le cadre ou non d'un PPP, des stages rémunérés voire le salariat sur des fermes biologiques pendant au moins une campagne sont vivement recommandés. En effet, ils permettent au porteur de projet :

- d'être confronté aux réalités du métier et donc de s'assurer que c'est bien ce qu'il souhaite,
- d'acquérir de la technicité et de l'expérience qui lui feront gagner du temps lors de son installation, c'est particulièrement vrai pour des productions ardues techniquement comme le maraîchage,
- de bénéficier, s'il a été salarié, d'aides du Pôle Emploi lors de sa première année d'installation, ce qui lui assure ainsi le revenu que son exploitation ne pourra pas encore dégager.

Le parcours lié à l'installation est coordonné par le Centre d'élaboration du PPP agréé par département (comme le Point accueil installation).

Dans le cadre du PPP, il est possible d'inscrire et de faire financer les formations spécifiques à l'agriculture biologique. En effet, les spécificités liées à la production et/ou à la commercialisation sont rarement complètement connues dans le cadre du parcours à l'installation «classique» ; de plus, il est nécessaire de disposer de repères technico-économiques adéquats pour finaliser la construction économique du projet. C'est pourquoi il est vivement conseillé de se servir du cadre proposé par le PPP pour bénéficier de modules de formation, diagnostics et audits spécifiques au maraîchage biologique. Par ailleurs, le réseau national Formabio tient à jour le catalogue des formations professionnelles à orientation « agriculture biologique » ; bon nombre de centres de formation (CFPPA) proposent des brevets professionnels (BPREA ) en maraîchage bio permettant aux futurs installés de bénéficier d'une formation spécifique.

Le volet « accès au foncier » n'est pas abordé dans le cadre du PPP. Il est donc primordial de lui accorder une attention toute particulière, d'une part, en prenant contact avec les relais «classiques» visant à faciliter l'information sur le foncier disponible (Répertoire départ-installation - RDI - notamment) et, d'autre part, de prendre contact avec les structures ou réseaux intervenants dans les opérations de transfert foncier (réseau Terre de Liens, Safer…).

**REMARQUE**

**Il est conseillé d'initier un BPREA (niveau bac) avant de lancer un PPP car les parcours installation sont financés uniquement pour les candidats éligibles aux aides DJA (avec diplôme agricole de niveau bac et âgés de 18 à 40 ans).**

204105 - Folio : q35 - Type : qINT-19-04-05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

# RESSOURCES ET BIBLIOGRAPHIE


- www.conversionbio.org
- www.fnab.org
- www.agencebio.org
- www.itab.asso.fr
- www.abiodoc.com
- www.reseau-formabio.educagri.fr
- Melliand M-L. 2012. **L'installation des jeunes agriculteurs.** 4ème édition. Ed. France Agricole


# RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**

- Monique Jonis (Itab)
- Anne Hægelin et Mélise Willot (Fnab) pour la partie installation

**Relecture**

- Nicolas Daspres et Jacques Pior (APCA)
- Nathalie Rison (Agence Bio)
- Frédéric Rey, Blaise Leclerc, Mathieu Conseil et Marie-Laëtitia Melliand (Itab)
- Mélise Willot, Juliette Leroux et Anne Haegelin (Fnab)
- Cyrille Bizien (Formabio)
- Cécile Perret (Bio Centre)
- Emmanuel Bué (Gab 29)

204105- Folio : q36 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



# 1-2 GESTION DU SOL

**Les légumes n'occupent en général que quelques hectares de terres au maximum par ferme. Le choix et l'entretien de ces terres sont donc fondamentaux dans ces systèmes de production, car les cultures se succèdent rapidement et les interventions sont très nombreuses toute l'année. Ce chapitre commencera donc par des rappels agronomiques de base, en montrant leur importance en production légumière. Sera ensuite traité le travail du sol.**

## PROPRIÉTÉS DES SOLS UTILISÉS POUR LE MARAÎCHAGE

### Introduction

#### Pas de sol idéal pour produire des légumes...

Traditionnellement les zones maraîchères se sont développées autour des grandes villes, le plus souvent sur des sols d'alluvions relativement profonds. Puis avec le développement des premières voies ferrées au 19e siècle et des transports routiers au 20e, les surfaces en légumes se sont développées plus loin des villes, notamment dans le sud de la France en raison de conditions climatiques favorables. Aujourd'hui les contraintes foncières exercées dans certaines régions et autour des villes poussent les candidats à l'installation en maraîchage à s'établir sur des sols de coteaux, moins riches, moins profonds. Le type de commercialisation peut également constituer une contrainte supplémentaire dans le choix du sol «idéal» : par exemple le développement et le succès des ventes en Amap obligent à produire la plus grande diversité de légumes possible. Produire cette diversité n'est pas simple si l'on ne bénéficie que d'une ou plusieurs parcelle(s) homogène(s) du point de vue du type de sol, certains légumes aimant mieux un type de sol plutôt qu'un autre (ex. : asperge en sol sableux, choux en sol plutôt argileux).

#### ... mais des conditions optimales de culture

Cependant l'activité maraîchère mobilise des moyens importants, en particulier une quantité de travail considérable, sur des surfaces limitées. Il est donc recommandé d'y consacrer les meilleures terres disponibles : de préférence des sols dont la texture est équilibrée et la pierrosité peu élevée. D'ailleurs traditionnellement, dans les fermes, une fertilisation abondante et soignée était apportée à la parcelle consacrée aux légumes, située près du corps de ferme.
S'il n'existe pas vraiment de sol idéal pour le maraîchage, il est par contre important de rechercher les conditions de culture optimales pour chaque légume. Le principal facteur limitant est l'aération. Pour que cette dernière soit suffisante, **le sol doit contenir 50 % de «trous». C'est la porosité du sol.** Ces trous, ou pores,

204105- Folio : q37 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



sont alternativement remplis d'air et d'eau, en fonction de l'humidité et de la taille des pores. **Le reste du volume de sol est constitué de 45 à 49 % environ de matière minérale et de 1 à 5 % environ de matière organique.** C'est cette porosité de 50 % qui permet une bonne colonisation des racines, garante d'une nutrition efficace des légumes. Plus encore qu'en maraîchage conventionnel, les conditions de développement racinaire sont primordiales en maraîchage biologique, car faute d'apports sous forme soluble localisés et répétés, le système racinaire des légumes doit pouvoir explorer un plus grand volume de sol pour aller chercher les nutriments où ils se trouvent.

On peut résumer ainsi ce qu'on demande à une terre destinée au maraîchage[1] :
- ▹ qu'elle puisse être cultivée à tout moment ou presque (ressuyage et réchauffement rapides au printemps),
- ▹ qu'elle permette de réaliser les semis dans les meilleures conditions de levée, même pour des graines de très petite taille : préparation très fine du sol sans risque de battance,
- ▹ qu'elle permette une exploration complète par les racines, y compris du sous sol,
- ▹ qu'elle libère les sels minéraux au fur et à mesure des besoins des légumes,
- ▹ qu'elle les approvisionne régulièrement en eau,
- ▹ qu'elle soit protégée des vents par des haies,
- ▹ qu'elle se trouve à proximité d'une ressource en eau.

## Trouver un compromis

La terre idéale étant rare, il faut accepter la plupart du temps des terres ayant quelques défauts. L'art du maraîcher va être de s'y adapter par des techniques appropriées, en affectant les différents types de sol de la ferme aux catégories de légumes qui conviennent. Par exemple les primeurs seront implantés sur les terres légères se réchauffant vite ; les terres plus lourdes et plus profondes seront réservées aux légumes à installer en fin de printemps et en été. Des amendements pourront être utilisés pour limiter certains défauts du sol : amendements calciques dans les sols acides et/ou amendements organiques dans les sols pauvres.

## Connaître son sol

La nature du sous-sol est importante à prendre en compte : éviter les sous-sols imperméables ou bien faire un drainage si l'on ne peut choisir un autre terrain. La présence de source en surface est bien sûr à éviter absolument. Il faut souvent attendre l'hiver pour en percevoir l'existence. Il est nécessaire de réaliser un profil de sol et conseillé de le laisser ouvert jusqu'au printemps afin d'observer le comportement de l'eau et notamment les traces d'hydromorphie.

Dans tous les cas il est indispensable de connaître l'historique de la ou des parcelle(s) (cultures pratiquées, fertilisation…) auprès des agriculteurs précédents, et de compléter les informations fournies par des profils et des analyses de sol. La consultation de cartes géologiques et pédologiques s'avère également fort utile. En l'absence de connaissances personnelles, l'aide d'un conseiller spécialisé est souvent nécessaire.

*1 - D'après Argouarc'h (2011)*

204105- Folio : q38 - Type : qINT-20140505 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

### Rappel de la réglementation européenne sur l'AB

Avant d'entrer dans le détail des différentes propriétés des sols, rappelons le point a) du règlement européen sur la production biologique, qui mentionne que **les pratiques de travail du sol et les pratiques culturales doivent préserver ou accroître la teneur en matière organique du sol, améliorer sa stabilité, et empêcher son tassement et son érosion.** Respecter ce point du règlement nécessite une bonne compréhension des mécanismes en jeu, et des qualités suffisantes d'observation du sol sur le terrain. C'est ce qu'exposent les pages suivantes.

## Matière organique du sol

Dans les sols cultivés, la matière organique (MO) ne représente que quelques pourcents de la masse totale de terre. Elle y joue pourtant un rôle très important en agissant sur plusieurs propriétés des sols. Trois compartiments de MO peuvent être distingués :

- la **matière organique vivante**, végétale et animale, qui englobe la totalité de la biomasse en activité, y compris la biomasse microbienne,
- la **matière organique fraîche,** ou matière organique « figurée » : débris d'origine végétale (résidus végétaux, exsudats racinaires) et d'origine animale (déjections et cadavres),
- la **matière organique « non figurée », ou matière organique amorphe** : toutes les autres formes de matière organique, plus ou moins liées à la fraction minérale du sol, et plus ou moins résistantes à la biodégradation, notamment les substances humiques.

Les substances humiques sont la principale forme de stockage des matières organiques dans le sol, et présentent des propriétés intéressantes, notamment en retenant l'eau et les éléments minéraux. Dans les sols bien pourvus en substances humiques, il est important d'essayer de maintenir l'héritage que constitue ce stock car ces substances ont souvent mis des décennies voire des siècles à se former et s'accumuler, mais peuvent être détruites relativement rapidement par des pratiques culturales agressives : travaux du sol répétés, sols nus, irrigation excessive, etc.

## Texture et structure

### Texture

La porosité d'un sol est influencée en premier lieu par sa texture, qui est la répartition des particules minérales de la terre fine (c'est-à-dire passant au tamis de 2 mm) en fonction de leur taille (▷ **voir figure 1** ◁). Si la texture d'un sol change au cours de son évolution, c'est-à-dire sur plusieurs milliers d'années, ce n'est pas le cas à l'échelle d'une vie humaine. **Inutile donc d'essayer de modifier la texture d'un sol : il faut «faire avec» : tirer parti de ses avantages et en limiter les inconvénients.**

Les trois grandes classes de texture sont, des plus fines aux plus grossières : les argiles granulométriques[2] (moins de 2 µm), les limons (de 2 à 50 µm) et les sables (de 50 µm à 2 mm) (▷ **voir figures 1 et 2** ◁).

Les principales particularités des sols selon qu'ils sont plus ou moins riches en l'une de ces trois classes sont les suivantes :

*2 - Nous précisons «granulométrique» car le terme argile est aussi utilisé pour désigner une famille de minéraux, que l'on qualifie alors d'argiles «minéralogiques», et qui présentent des propriétés particulières. La taille des particules d'argiles minéralogiques peut aller au-delà de 2 µm (jusqu'à 18 µm), tout comme la taille de certains limons peut être inférieure à 2 µm... : il n'y a donc pas correspondance exacte entre tailles et propriétés des éléments les plus fins du sol.*

204105- Folio : q39 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



- **les sols argileux** retiennent bien l'eau, mais l'air a du mal à y circuler, gênant ainsi la respiration des racines et des micro-organismes du sol. De plus, ces types de sols sont difficiles à travailler car trop plastiques quand ils sont humides, et trop durs quand ils sont secs,
- **les sols limoneux** sont difficiles à aérer, surtout s'ils sont riches en limons fins (de 2 à 20 µm). A leur surface il se forme très facilement une croûte dure que les jeunes plantules ont du mal à traverser, la «croûte de battance». Les semis et leur levée nécessitent un soin particulier dans ces types de sols,
- **dans les sols sableux,** il n'y a pas de lien intime entre les matières organiques et les particules minérales : il y a simplement juxtaposition entre elles, sans cohésion forte. Les matières organiques, non protégées, sont donc plus facilement dégradées que dans les autres types de sol (on dit que les sols sableux «brûlent» la matière organique). Les sols sableux sont bien aérés, mais ils ne retiennent pas l'eau. De ce fait ils se réchauffent plus rapidement, et nécessitent une irrigation adaptée.

**Figure 1 - La texture du sol, définie par la taille de ses éléments minéraux**

Répartition des particules minérales du sol (la texture).

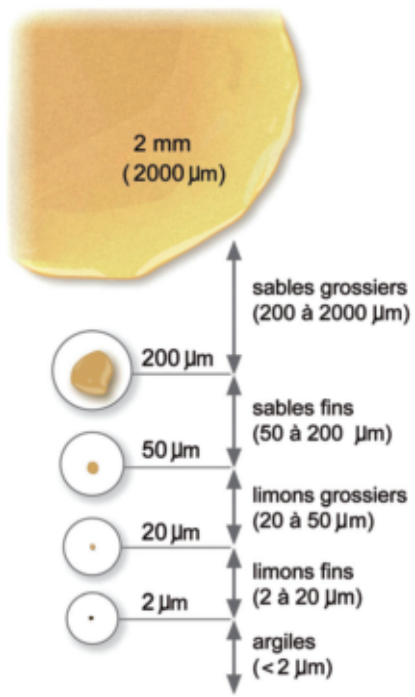
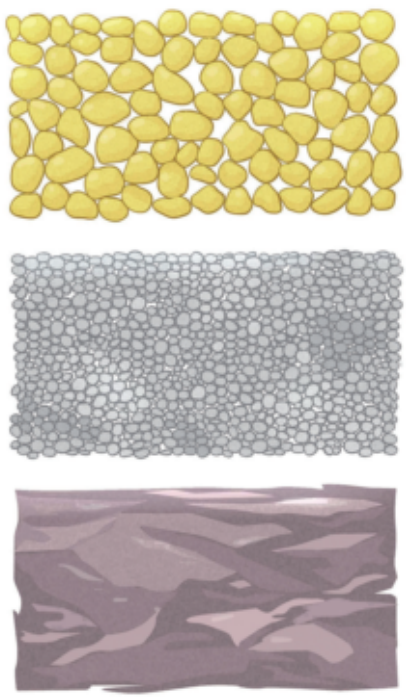



**Figure 2 - Les trois grands types de texture d'un sol, de haut en bas : sableuse, limoneuse, argileuse**



204105- Folio : q40 - Type : qINT-204105 13:43:26
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Structure

Malgré des différences bien nettes entre les trois grandes classes de texture, celle-ci n'est pas suffisante pour expliquer les propriétés des sols. L'intervention des matières organiques, de l'activité des êtres vivants du sol, la présence de certains cations (fer, calcium), et les opérations de travail du sol, créent la **structure** du sol.

En simplifiant, on peut dire que l'évolution des sols conduit, par altération progressive des minéraux, à des textures de plus en plus fines. Cette évolution conduit donc les sols à être de moins en moins aérés puisque les pores sont de plus en plus petits au fur et à mesure que la taille des particules minérales diminue. Heureusement, la décomposition des matières organiques va petit à petit recréer de la porosité, en créant des particules organo-minérales de plus en plus grosses : les agrégats, unités de base de la structure (▷ **voir figure 3** ◁).

La structure à rechercher est celle qui crée le plus de porosité, aux alentours de 50 % du volume de sol, et qui permet le maintien de cette porosité le plus longtemps possible : c'est la **structure grumeleuse**. Dans ce type de structure, la taille des agrégats dépasse 2 mm en moyenne. Cette structure grumeleuse « idéale » est illustrée dans la ▷ **figure 4** ◁.

**Figure 3 – La construction de la structure**

Construction de la structure grumeleuse

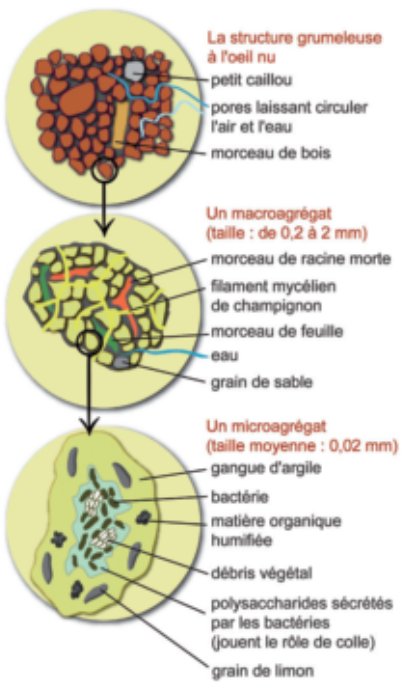
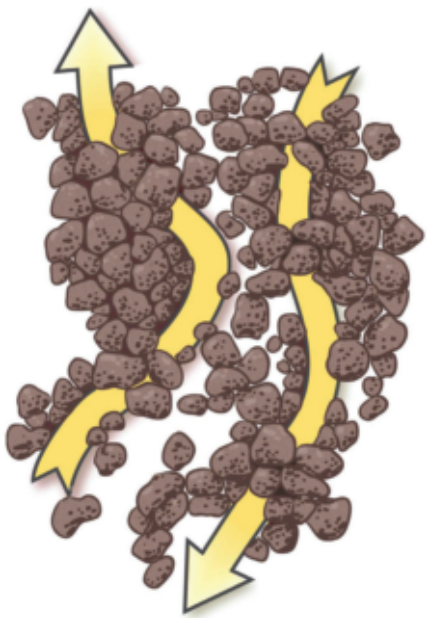



**Figure 4 – La structure grumeleuse est celle qui permet les meilleures circulations de l'air et de l'eau dans le sol**

Structure grumeleuse

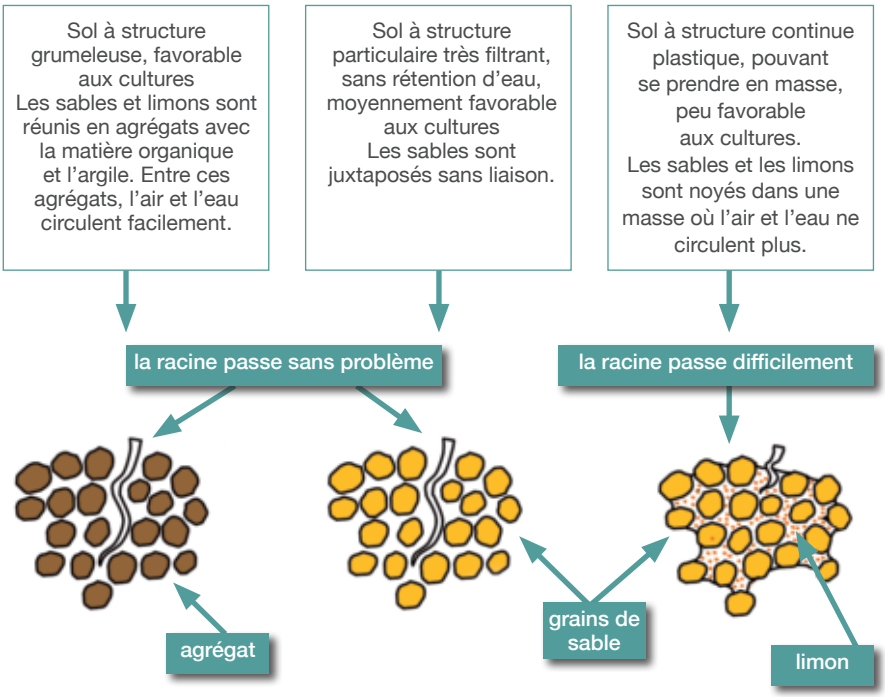


Le rôle essentiel des matières organiques dans l'édification de la structure du sol est connu depuis de nombreuses années : perméabilité, aération, teneur en eau, prospection par les racines. La ▷ **figure 5** ◁ illustre trois types de structure plus ou moins favorables aux cultures.

204105- Folio : q41 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



**Figure 5 - Comparaison de la structure grumeleuse idéale (à gauche) avec deux autres structures moins favorables aux cultures**



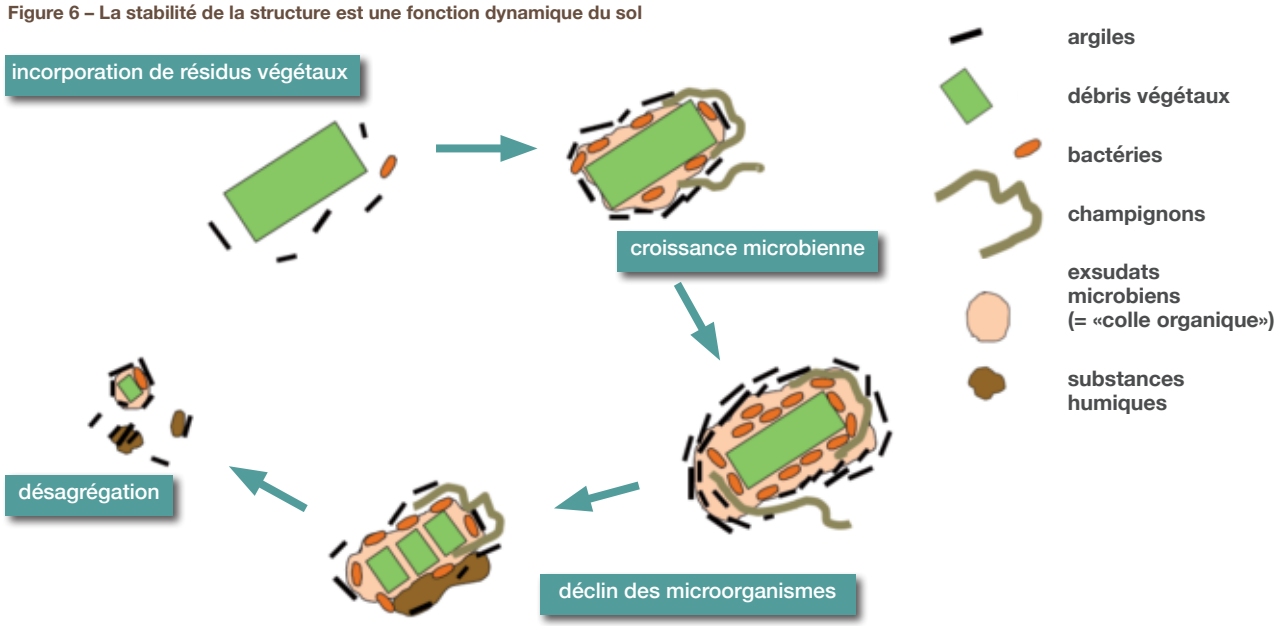

*Source : Chambre d'agriculture du Finistère, 2002*

## Structure et apports de MO

La stabilité de la structure est une fonction dynamique du sol (▷ **voir figure 6** ◁). Elle est en effet étroitement liée à l'activité biologique, car ce sont les micro-organismes du sol qui fabriquent la colle organique, constituée de différents mucus et exsudats, nécessaire à l'agrégation des particules minérales. L'énergie nécessaire à ces micro-organismes est fournie par les diverses matières organiques apportées au sol. Les micro-organismes responsables de la dégradation des matières organiques étant aérobies, ils ont besoin d'oxygène, et donc d'une bonne aération du sol.

204105 - Folio : q42 - Type : qINT-19-14-05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

Figure 6 – La stabilité de la structure est une fonction dynamique du sol




*Source : Chenu et al., 2000*

La formation d'agrégats dépend donc de la facilité des matières organiques à être dégradées : plus les matières organiques sont labiles*[3] et plus l'activité biologique est forte. Dès 1969 différents niveaux de stabilité structurale avaient été mis en relation avec différents apports de matières organiques (engrais verts, paille, fumiers)[4] (▷ **voir chapitre 1-3 fig. 2** ◁). On peut ainsi classer les matières organiques selon l'effet qu'elles ont sur la structure du sol à court terme, de l'impact le plus fort vers le plus faible.

### Impact sur la structure du sol à court terme




Aujourd'hui la caractérisation biochimique des matières organiques au laboratoire, qui permet le calcul d'un indice appelé ISMO[5], peut aider à prédire la dégradation des amendements organiques. Plus l'ISMO est élevé, plus l'amendement met du temps à se dégrader dans le sol.

## Structure et travail du sol

Même si l'agrégation est un phénomène dynamique puisque liée à l'activité microbienne du sol, la durée de vie d'un agrégat peut être relativement longue, de l'ordre de l'année voire de la dizaine d'années. C'est notamment le cas sous les prairies permanentes car les perturbations mécaniques y sont très faibles. Par contre dès que l'on est en système de culture, **le travail du sol contribue fortement à détruire les agrégats. Cette destruction est particulièrement importante quand on travaille le sol en conditions humides, mais elle dépend également des types d'outils utilisés.** Etant donné le nombre élevé de passages d'outils dans les parcelles en maraîchage, il est bon d'avoir à l'esprit ce mécanisme de destruc-

*3 - Labile* : une matière organique labile est une matière organique qui ne reste pas longtemps dans le sol car elle y est rapidement dégradée*

*4 - Hénin et al., 1969*

*5 - Indice de stabilité de la matière organique, voir chapitre 1-3*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q43 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

tion intense des agrégats lors de chaque intervention mécanique, et de choisir les outils qui détruisent le moins possible ces agrégats. On privilégiera ainsi les outils à dents plutôt que les outils rotatifs, et quand c'est possible la technique des planches permanentes. Il est toujours nécessaire de trouver le bon compromis entre l'obtention d'un lit de semences suffisamment affiné favorable à une bonne germination (contact avec les graines) et une trop forte déstructuration de son sol.

## Structure et couverture du sol

**Une autre voie de destruction importante des agrégats est l'action des gouttes d'eau (pluie ou irrigation) à la surface du sol.** La force cinétique de ces gouttes entraîne l'éclatement de nombreux agrégats à chaque impact. Sous climat méditerranéen, l'action des pluies orageuses peut être très néfaste si la surface du sol est laissée nue ; et en plus de la désagrégation, les risques d'érosion sont alors très forts, surtout sur les terrains en pente.
En revanche il est recommandé de laisser nus en hiver les sols à texture fine, argileux, pour que l'action du gel effrite les mottes formées au cours d'un labour d'automne, sauf dispositions réglementaires régionales (Directive nitrates).

## Taille des agrégats et stabilité de la structure

La taille des macro-agrégats visibles à l'œil nu varie de 0,2 à 2 mm (▷ **voir figure 3** ◁). Il existe un lien entre la taille des agrégats, la stabilité de la structure, la battance et les risques de ruissellement et d'érosion diffuse (▷ **voir tableau 1** ◁) : plus la taille des agrégats augmente, plus la stabilité est élevée, et plus les risques de battance, de ruissellement et d'érosion diminuent.

**Tableau 1 – Un référentiel d'interprétation pour la stabilité structurale**

| **Taille** des agrégats (DMP*) | **Stabilité** | **Battance diffuse** | **Ruissellement et érosion** |
|---|---|---|---|
| < 0,4 mm | ▷ Très instable | ▷ Systématique | ▷ Risque important et permanent en toutes conditions topographiques |
| 0,4 - 0,8 mm | ▷ Instable | ▷ Très fréquente | ▷ Risque fréquent en toutes situations |
| 0,8 - 1,3 mm | ▷ Moy. stable | ▷ Fréquente | ▷ Risque variable en fonction du climat et de la topographie |
| 1,3 - 2 mm | ▷ Stable | ▷ Occasionnelle | ▷ Risque limité |
| > 2 mm | ▷ Très stable | ▷ Très rare | ▷ Risque très faible |

*DMP : Diamètre moyen pondéré des agrégats du sol (= taille des agrégats)
*Source : Le Bissonnais & Le Souder, 1995*

Il existe aussi une corrélation entre la taille des agrégats et trois variables[6] : la teneur en matière organique du sol, sa teneur en argile, et une variable «type de culture». La variable « type de culture » est positive pour la prairie ou la forêt, négative pour une parcelle cultivée. **On peut dire qu'une prairie ou une forêt «fabriquent» des agrégats, alors qu'une culture les détruit. On comprend alors toute l'importance des restitutions organiques pour remplacer en permanence les agrégats qui sont détruits,** surtout en système maraîcher, en raison des nombreux passages d'outils dans l'année.

*6 - D'après Le Bissonnais & Le Souder, 1995*

204105- Folio : q44 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Action des matières organiques sur les autres propriétés du sol

Le lien direct existant entre la stabilité de la structure et l'entretien organique des sols maraîchers a été présenté en détail dans le paragraphe précédent. Mais **les matières organiques du sol (MOS) ont d'autres effets sur les propriétés des sols, notamment lorsque l'obtention de la structure «idéale» dite grumeleuse n'est pas possible.** C'est le cas en particulier des sols constitués de sables grossiers, dépourvus d'éléments fins (limons et surtout argiles). Ce type de sol n'est pas structuré car les agrégats ne peuvent pas se former faute d'éléments fins. Ce n'est pas pour autant qu'il ne faut pas y apporter des matières organiques, au contraire, car ces dernières vont y jouer d'autres rôles, comme l'augmentation de la rétention en eau et l'augmentation de la capacité d'échange cationique.

### Capacité de rétention en eau

Les sols argileux retiennent très bien l'eau. Par contre les sols sableux ne la retiennent pas du tout. Dans ces derniers, ce sont les matières organiques qui vont permettre de retenir l'eau, en jouant le rôle d'éponge. Pour augmenter cette capacité de rétention en eau il est nécessaire d'apporter des matières organiques qui restent longtemps dans le sol, car si elles se dégradent rapidement (cas d'un engrais vert), elles auront un impact plus faible que si elles s'y accumulent (cas d'un compost évolué). Ici le rôle recherché des matières organiques apportées au sol n'est pas lié à leur dynamique mais à leur stockage : plus les apports seront importants, plus la propriété recherchée (rétention en eau) sera élevée.

### Capacité d'échange cationique (CEC)

Ce qui est vrai pour la rétention en eau l'est également pour celle des éléments minéraux : les sols trop sableux ne retiennent pas ces derniers qui, en solution dans la phase liquide ou en suspension, sont rapidement lessivés. Par contre la matière organique du sol a la propriété de retenir fortement ces éléments minéraux, et même beaucoup plus que les argiles. Ainsi la CEC peut varier de 150 à 350 milliéquivalents pour 100 g d'acides humiques secs, alors qu'elle n'atteint que 95 milliéquivalents pour 100 g d'argile Montmorillonite (Morel, 1989). La contribution des MOS à la CEC, qui est de l'ordre de 25 à 35 % dans les sols argileux, atteint alors 90 % dans les sols sableux. **On voit donc toute l'importance, comme pour la capacité de rétention en eau, d'amender les sols très sableux avec des matières organiques stables.**

### Résistance à la compaction du sol

La compaction est une réduction de volume due à la perte d'air contenu dans les interstices. Elle se traduit donc par une augmentation de la densité du sol. Un sol compact qui a perdu sa porosité devient difficilement pénétrable pour les racines et freine le transfert d'eau. Au niveau des zones tassées il y a des pertes sévères de rendement en culture.

En cas de compaction en profondeur (50/70 cm, voire plus) les possibilités de reprise sont impossibles. La régénération de la porosité ne pourra se réaliser que très lentement par les racines pivotantes* de certaines cultures et par les vers de terre. Seul le sous-solage (fortement consommateur d'énergie et de temps) peut casser une semelle de labour à 30/40 cm (▷ **voir plus loin « Travail du sol / ameublissement en profondeur »** ◁). En cas de compaction de surface (0/25 cm), la vie du sol et un travail de type labour ou passage de dents rigides pourront recréer de la porosité sous réserve que la compaction ne soit pas trop sévère. Par contre si la compaction est déjà importante au moment du travail du sol, les sols

** Voir glossaire*

204105- Folio : q45 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



argileux ou limoneux peuvent se fragmenter en blocs sous l'effet des outils. Ces blocs se comporteront souvent comme des cailloux qui peuvent rester dans le sol plusieurs années. **Il est donc fondamental de tout mettre en œuvre pour éviter les compactions, surtout en profondeur (50 cm et plus).**

**Les compactages, très fréquents en sols limoneux, sont favorisés par :**

- ▹ les fortes pluies d'hiver ou les irrigations excessives,
- ▹ l'excès d'affinage de la terre, essentiellement dû aux outils rotatifs,
- ▹ les récoltes de carottes, poireaux, choux, endives… réalisées dans de mauvaises conditions météorologiques,
- ▹ le travail du sol effectué en conditions limites (sol trop humide ou à l'inverse trop sec),
- ▹ l'utilisation de tracteurs ou remorques trop lourds, non équipés de pneus basse pression,
- ▹ le manque de vie biologique dû à de trop faibles apports organiques.

**Les règles pour éviter les compactages sont les suivantes :**
(source : Chambre d'agriculture du Finistère, 2002)

- ▹ ne travailler le sol que dans de bonnes conditions. En conditions limites, ne pas utiliser d'outils rotatifs, ne pas affiner la surface sur plusieurs centimètres avant de labourer (la terre fine se retrouve alors en fond de labour et contribue à faire la semelle) ;
- ▹ décompacter les sols en fin de printemps ou l'été après certaines cultures comme les carottes, pommes de terre primeur… surtout quand elles ont été récoltées en mauvaises conditions,
- ▹ sous-soler l'été, après des cultures qui assèchent en profondeur (céréale, vieil artichaut…) pour casser la semelle de labour s'il y en a une. Il est possible également de sous-soler ou d'ameublir en profondeur directement dans un engrais vert en place car son système racinaire profitera des fissures créées par l'outil et en complétera l'effet. De plus la présence d'un couvert végétal présentera l'intérêt d'éviter le lessivage de particules fines en profondeur en cas de fortes pluies suivant l'opération ;
- ▹ apporter régulièrement de la matière organique,
- ▹ introduire des engrais verts dans la rotation ainsi que des céréales ou prairies lorsque cela est possible,
- ▹ équiper certains outils (tracteur, remorque) de pneus basse pression (gonflés à 0,8 bar).

**ATTENTION**

**Un sous-solage ne doit pas être réalisé plus d'une fois tous les 5-6 ans et ceci en terrain très bien ressuyé.**

## *Comment éviter la battance des sols limoneux[7] ?*

***Voici quelques actions de long terme à mener***

- ▹ *maintenir le pH autour de 7,*
- ▹ *s'il faut redresser le pH, chauler avec des produits grossiers,*
- ▹ *apporter régulièrement de la matière organique contenant si possible des éléments grossiers (compost de déchets verts),*
- ▹ *introduire des couverts végétaux et des céréales dans la rotation,*
- ▹ *ne pas laisser un sol nu.*

***Et voici quelques actions à plus court terme***

- ▹ *incorporer superficiellement des matières organiques fermentescibles (engrais verts, fumier frais) pour bénéficier de l'effet stabilité structurale à court terme engendré par l'activité biologique grâce aux exsudats microbiens,*
- ▹ *laisser une surface bien grumeleuse lors des préparations de sol : éviter les excès d'affinage, surtout l'été,*
- ▹ *arroser régulièrement avec des débits faibles,*
- ▹ *biner soit en inter-rangs soit en plein (herse étrille).*

*7 - Source : Chambre d'Agriculture du Finistère, 2002*

204105- Folio : q46 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

### Diminution de la densité apparente

L'apport régulier de matières organiques diminue la densité apparente, ce qui rend la terre plus facile à travailler car plus légère, diminue l'usure des outils et la consommation de carburant.

### Réchauffement du sol

Les terres plus riches en matières organiques se ressuient plus rapidement, et par conséquent se réchauffent plus vite au printemps. La couleur sombre des matières organiques facilite également le réchauffement du sol.

## Importance des activités biologiques du sol (vers de terre, mycorhizes*...)

### Construction de la structure

**L'activité des micro-organismes du sol dans la construction de la structure est primordiale, par la formation d'une colle organique qui agrège les particules minérales les plus fines du sol (argiles et limons).** C'est davantage cette activité microbiologique du sol qui est responsable de la stabilité structurale que le fameux complexe argilo-humique, ce dernier n'étant possible que lorsque les argiles minéralogiques, le calcium et le fer nécessaires à la liaison avec les matières organiques humifiées, sont présents.



J.J. Raynal

▷ *Nodosités sur racines de haricots : symbiose* entre les bactéries* Rhizobium *et les Fabacées conduisant à la fixation de l'azote atmosphérique*

### Rôle des vers de terre

Les vers de terre représentent en poids la catégorie de la macrofaune* du sol la plus abondante : jusqu'à 1 tonne / ha ! En parcelles maraîchères, les vers sont beaucoup moins nombreux (100 maximum au m²) que sous les prairies (jusqu'à 400 au m²). Les facteurs limitant leur nombre et leur activité sont la perturbation du sol (multiplicité des interventions, outils rotatifs...) et l'insuffisance de nourriture si le sol est souvent laissé nu et que les restitutions organiques sont faibles.

**Les effets agronomiques positifs de l'activité des vers de terre anéciques[8] sont bien connus, bien que difficiles à apprécier et à quantifier.** Rappelons les principaux bénéfices liés à la présence des vers anéciques* dans les sols cultivés :

- ils contribuent à l'aération du sol,
- ils augmentent le drainage et diminuent ainsi l'érosion en permettant au sol d'absorber plus d'eau,
- ils permettent un brassage de la terre en l'ingérant à un endroit et en la rejetant ailleurs avec leurs excréments (les turricules),
- les turricules sont plus concentrés en éléments minéraux que la terre avoisinante,
- les galeries abandonnées peuvent favoriser le cheminement des racines en profondeur (jusqu'à 80 % des galeries abandonnées sont colonisées par les racines),
- la paroi des galeries est riche en éléments minéraux déposés avec le mucus sécrété par les vers au cours de leurs déplacements.



B. Leclerc

▷ *Chevelu racinaire développé dans une galerie de ver de terre*

### Fixation symbiotique[9] de l'azote : symbiose* bactérie-racine

C'est le processus par lequel des micro-organismes convertissent l'azote atmosphérique gazeux en azote organique. Il s'agit de l'entrée naturelle d'azote dans les écosystèmes terrestres.
Cette transformation est majoritairement réalisée par des bactéries du genre *Rhizobium*, en association avec des Fabacées : on parle de fixation symbiotique.

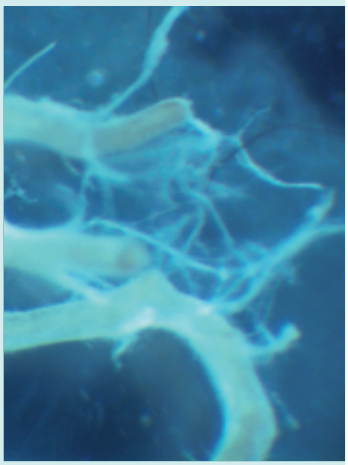
8 - *Vers anéciques : vers de terre qui construisent des galeries verticales pour aller chercher leur nourriture en surface*

9 - *Fixation symbiotique : c'est le processus par lequel des micro-organismes convertissent l'azote atmosphérique gazeux en azote organique, majoritairement réalisé par des bactéries du genre* Rhizobium, *en association avec des Fabacées*

* *Voir glossaire*

204105- Folio : q47 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigma





J.Garbaye-Inra

▷ *Mycorhizes : on voit les filaments mycéliens qui partent des racines*

Au contact d'un poil absorbant de la racine, un *Rhizobium*, vivant jusqu'alors à l'état saprophyte*[10] dans le sol, provoque une attaque enzymatique de la paroi de la cellule végétale, et une invasion localisée de la racine par les bactéries. Cela conduit à la formation de nodosités caractéristiques au sein desquelles les *Rhizobium*, initialement non fixateurs d'azote atmosphérique, évoluent en bactéroïdes fixateurs (▷ **voir photo** ◁). Les bactéroïdes tirent leurs substances nutritives du métabolisme de la plante et, en retour, la plante-hôte prélève les composés azotés formés. Certaines espèces de *Rhizobium* sont très spécifiques quant à leur plante-hôte, d'autres beaucoup moins.

En système maraîcher, les principales Fabacées sont la luzerne, une prairie à base de trèfles ou d'autres Fabacées, des engrais verts (vesce, trèfle, etc.), et évidemment tous les légumes cultivés de cette famille (haricots, pois, fèves...). **Les rotations peuvent ainsi contribuer à la nutrition azotée des légumes cultivés après l'une de ces Fabacées.**

## Mycorhizes* : une symbiose* champignon-racine

Les mycorhizes*[11] sont le résultat de l'association symbiotique d'une racine et d'un champignon. Les champignons mycorhizogènes vivent en partie à l'intérieur des tissus de la plante, et en partie à l'extérieur, où **leurs filaments prospectent un volume de sol incomparablement plus grand que le volume accessible aux poils absorbants*[12] des racines** (▷ **voir photo ci-contre** ◁). Alors que la longueur moyenne d'un poil absorbant est de l'ordre du millimètre, le réseau mycélien issu de la mycorhize* s'étend au moins jusqu'à 8 cm de la racine pour les endomycorhizes[13] (celles que l'on rencontre dans les plantes annuelles). Les filaments du champignon sont en contact intime avec les particules élémentaires du sol et leur faible diamètre leur permet de pénétrer dans les pores les plus fins.

Les champignons reçoivent de la plante des substrats carbonés (de 5 à 10 % des composés photosynthétisés) et des substances de croissance, et bénéficient d'une situation qui les met à l'abri des compétiteurs. En retour, **les plantes tirent de l'association des avantages qui se traduisent par une amélioration de leur croissance d'autant plus spectaculaire (par rapport à des végétaux non mycorhizés) que le sol est plus pauvre et moins propice à leur développement.** Le bénéfice le plus direct et le mieux étudié est l'amélioration de la nutrition phosphatée. Le phosphate, très peu soluble, est en effet rapidement épuisé dans la solution du sol au voisinage des racines, et le relargage, puis la diffusion, des ions solubles immobilisés, sont rarement assez rapides pour satisfaire la totalité des besoins de la plante. **Les champignons mycorhizogènes, en explorant un grand volume de sol, permettent une meilleure récupération du phosphore disponible**[14]**.**

La modification de l'environnement racinaire, des équilibres microbiens et de la physiologie racinaire par les champignons mycorhizogènes s'accompagne également d'une amélioration de l'état sanitaire de la plante-hôte qui est moins réceptive aux maladies d'origine tellurique*[15].

**Tous les légumes développent des associations avec des champignons mycorhizogènes, sauf ceux de la famille botanique des Chénopodiacées** (épinard, arroche, betterave rouge, blette) **et des Brassicacées** (choux, radis...). Certains légumes sont très dépendants des mycorhizes* pour leur nutrition, notamment ceux ayant un système racinaire grossier et peu ramifié (carotte, poireau, oignon) ; ils peuvent à peine se développer en l'absence de mycorhizes*[16].

Cependant, la croissance des champignons mycorhizogènes étant inhibée par de fortes teneurs en phosphore du sol, l'importance des mycorhizes* est sans doute limitée dans les sols maraîchers, souvent riches en phosphore. La mycorhization des plants en pépinière est néanmoins possible, et donne de bons résultats sur certaines cultures comme le poireau[17].

*10 - Saprophyte : se dit d'un organisme, souvent un champignon, capable de se nourrir par absorption (et non par ingestion), de matières organiques mortes*

*11 - Mycorhize : association symbiotique entre un champignon et un végétal, au niveau des racines*

*12 - Poils absorbants : excroissances de certaines cellules racinaires, spécialisées dans l'absorption de l'eau et des éléments minéraux du sol*

*13 - Source : Davet, 1996*

*14 - Source : Davet, 1996*

*15 - Source : Lemanceau & Heulin, 1998*

*16 - Source : Fortin et al., 2008*

** Voir glossaire*

*17 - Les mycorhizes, la nouvelle révolution verte. J. André Fortin, Christian Plenchette, Yves Piché, 2008. Editions Quae, 132 pages*

204105- Folio : q48 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## Échanges racines - bactéries de la rhizosphère*[18]

La racine modifie les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du sol, par les prélèvements d'eau et d'éléments minéraux, mais surtout par la libération de composés organiques. Cette libération de composés organiques, appelée aussi rhizo-déposition, correspond, par exemple chez le blé, à 10-20 % du carbone fixé par la photosynthèse[19]. La plupart des micro-organismes du sol sont donc au repos jusqu'à ce qu'une source d'hydrates de carbone permette leur activité. La rhizo-déposition provenant des racines constitue un apport important d'hydrates de carbone. **La microflore est donc stimulée dans la rhizosphère*. Cette stimulation se traduit par l'augmentation de la densité microbienne dans le sol rhizosphérique comparée à celle du sol nu.**
La rhizosphère* n'exerce pas uniquement une modification quantitative mais également une modification qualitative des populations microbiennes. L'effet rhizosphérique se caractérise par une stimulation du métabolisme microbien : les bactéries présentes dans la rhizosphère* sont plus grosses que celles du sol éloigné des racines ; de même, le taux de germination des spores fongiques est plus important dans la rhizosphère* que dans le sol éloigné des racines. **La microflore rhizosphérique influence également la croissance et l'état sanitaire de la plante-hôte.** En effet plus la biomasse microbienne est élevée et active, plus la croissance saprophyte* d'un agent pathogène du sol est faible, et donc plus la probabilité de rencontre entre l'agent pathogène et la plante-hôte est réduite[20].



B. Leclerc

▷ *Jeunes racines de maïs doux. On peut considérer que la terre adhérente aux racines constitue la rhizosphère*.*

## Minéralisation de l'azote

La minéralisation de l'azote est l'une des activités biologiques les plus importantes pour l'agriculture, et notamment l'agriculture biologique : il s'agit du passage des formes organiques de l'azote aux formes minérales dont la première est l'ammoniac (▷ **voir figure 7** ◁). **Cette minéralisation est importante car la forme d'azote préférentiellement prélevée par les plantes est le nitrate.**

**Figure 7 – Minéralisation de l'azote**




**La nitrification est influencée par les facteurs du milieu, notamment l'aération, car les bactéries responsables de la nitrification sont des aérobies strictes.** Un autre facteur du milieu jouant sur la nitrification est le pH : plus celui-ci est bas, plus la nitrification est faible, l'optimum se situant autour de la neutralité ou à pH légèrement basique.

La minéralisation de l'azote peut être mesurée au laboratoire. Cette mesure sert notamment à comparer des engrais et amendements organiques entre eux pour prévoir leur comportement dans le sol.

*18 - Rhizosphère : volume du sol le plus proche des racines, influencé par ces dernières et par les micro-organismes associés à ces racines*

*19 - Source : Lemanceau & Heulin, 1998*

*20 - Source : Lemanceau & Heulin, 1998*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q49 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



# DES ANALYSES ET DES OBSERVATIONS POUR MIEUX CONNAÎTRE SON SOL

## Observations de terrain

### Des outils pour un diagnostic de terrain

#### ▷ Test de la bêche[21]

Le principe de ce test est de diagnostiquer la structure du sol à partir d'une bêchée de sol, c'est-à-dire à partir d'un volume de sol prélevé à la bêche. Sa réalisation est donc très simple. On examine d'abord la tenue du bloc prélevé. Puis, en fractionnant progressivement le bloc, on observe les racines, les cailloux, la terre fine, les mottes et leur mode d'assemblage. La force du test bêche réside dans sa simplicité. C'est un test très visuel et pédagogique pour acquérir des informations qualitatives sur le sol.

#### ▷ Profil cultural

Il peut être effectué pour compléter le diagnostic du test bêche. En suivant les étapes du protocole[22], le repérage dans l'espace des observations permet d'évaluer avec précision l'impact du passage de pneumatiques et d'outils de travail du sol sur la structure en lien avec les caractéristiques pédologiques du sol. Le profil cultural est donc un outil de terrain riche en informations mais qui nécessite généralement l'intervention d'un expert pour obtenir des observations détaillées et pointues. De plus, c'est une méthode destructrice (taille de la fosse) et gourmande en temps (creuser, observer, reboucher).

#### ▷ Test d'infiltrométrie Beer Kan[21]

Le principe de ce test consiste à mesurer le temps d'infiltration de l'eau dans le sol, en condition de sol humide et ressuyé. Un volume déterminé d'eau est versé dans un cylindre enfoncé dans le sol. Le temps d'infiltration est chronométré. L'opération est répétée jusqu'à ce que le temps d'écoulement se stabilise. En mesurant le temps d'infiltration, on peut évaluer la capacité d'infiltration d'une parcelle. C'est le reflet de l'état de la macroporosité. Il n'est pas possible d'établir un référentiel à grande échelle étant donné la variabilité des situations. Cependant, les résultats peuvent être utilisés comparativement entre plusieurs parcelles. On peut relier les résultats aux techniques culturales employées pour voir lesquelles favorisent une structure plus aérée du sol. De manière qualitative, on peut aussi essayer de mettre en évidence l'activité des vers de terre. Plus il y a de galeries, meilleure est l'infiltration.

#### ▷ Observer l'activité des vers de terre[21]

Dans un sol humide ressuyé, à partir d'une mini-fosse ou bien de la fosse du profil cultural si celui-ci est déjà en place, on dégage une surface horizontale à différentes profondeurs (sol travaillé et sol non travaillé par exemple). Il suffit ensuite de compter les macropores, témoins de l'activité des vers de terre. Les vers de terre sont souvent moins abondants dans les sols les plus travaillés. Il est donc intéressant de voir si en modifiant ses techniques (travail du sol par exemple), les populations de vers de terre sont impactées.



B. Leclerc

▷ *Bloc de terre venant d'être prélevé à la bêche*



B. Leclerc

▷ *Pose du cylindre pour le test Beer Kan »*

*21 - Fiche complète sur www.itab.asso.fr*

*22 - D'après Gautronneau et Manichon, 1987*

204105- Folio : q50 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

### Prestations du BRDA[23]

L'approche du BRDA, développée par Yves Hérody, commence sur le terrain (observations géologique et hydrologique, réalisation d'un mini-profil de sol) et est complétée par des analyses en laboratoire permettant de caractériser :

- un Coefficient de fixation (CF) qui donne la mesure de la proportion et de la qualité des argiles minéralogiques ; l'interprétation d'autres paramètres (Ca, Mg, acidité...) et les préconisations d'apports sont ajustées en fonction de ce CF,
- les formes de fer et de calcium qui assurent la liaison entre les éléments organiques et les particules minérales fines du sol (formation du complexe organo-minéral),
- les teneurs en éléments fertilisants (P, K, Mg),
- plusieurs compartiments de matières organiques, actives (MOF – pour « matière organique fugitive » -, HS – pour « humus stable » - et « 3ème fraction ») ou passives (dites «Ni-Ni», pour «ni humifiées», «ni-minéralisées»).

En systèmes maraîchers les interprétations fournies par la démarche du BRDA sont intéressantes pour comprendre la formation du complexe organo-minéral, car ce sont des systèmes pour lesquels la stabilité structurale doit être optimale (aération, drainage, exploration racinaire), et qui mettent en jeu des quantités importantes et très diverses de matières organiques. La définition de plusieurs compartiments plus ou moins actifs des matières organiques du sol peut donc faciliter la préconisation des types d'engrais et d'amendements organiques à apporter.

## Analyses de sol « classiques »

### Analyse de terre

Elle est pratiquée sur un échantillon de terre « fine », c'est-à-dire passant au tamis de 2 mm. Elle doit être réalisée dans le respect des normes AFNOR[24] par un laboratoire agréé, mais il convient d'être prudent sur les normes d'interprétation qui sont utilisées par le laboratoire. Les prélèvements sont généralement pratiqués sur la profondeur de labour, où se concentrent la majeure partie des éléments. Pour une bonne connaissance de la fertilité chimique, il est toutefois intéressant de connaître la teneur des horizons sous-jacents.
Les principales déterminations à effectuer sont :

- la CEC (Capacité d'échange cationique) qui est la mesure de la taille du réservoir en éléments nutritifs capables de passer facilement dans la solution du sol. Le taux de saturation de la CEC indique le remplissage de ce réservoir, qui doit idéalement être supérieur à 80 %,
- les teneurs en éléments nutritifs : phosphore assimilable, potassium, magnésium et calcium échangeables, qui doivent être interprétées en fonction du type de sol ou de la CEC, et/ou depuis peu en fonction de « l'exigence » de la culture (normes du COMIFER[25]),
- le taux de carbone total et le rapport C/N qui donnent des indications sur la matière organique totale du sol et son évolution,
- l'acidité du sol, mesurée par le pH.

### Extrait à l'eau

L'extrait à l'eau est utilisé en culture sous abri. Il donne la richesse de la solution du sol au moment du prélèvement.

*23- BRDA : Bureau de recherche et de développement agricole – Charency, 39250 Nozeroy*

*24 - Afnor : Agence française de normalisation*

*25 - Comifer : Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée*

204105- Folio : q51 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



## Test nitrate

Le test nitrate permet d'obtenir la teneur en azote nitrique du sol à un instant donné. Très facile à mettre en œuvre, cette méthode permet de connaître la disponibilité immédiate de cet élément pour la culture et d'ajuster ainsi la fertilisation azotée. Le prélèvement doit être réalisé sur la profondeur d'enracinement, l'ion nitrate $NO_3^-$ étant très mobile dans le sol.

## Analyses de végétal

Les analyses de végétal permettent d'apprécier l'état de nutrition de la plante à un stade précis (INN : Indice de nutrition azotée) et, par exemple, de confirmer un diagnostic de carence. La méthode est au point pour l'azote pour les cultures telles que le blé, la fraise, le melon et la tomate.

### *Pour aller plus loin : analyses de sol organo-biologiques*

*La plupart des laboratoires se bornent à doser du carbone organique total pour mesurer le taux de matière organique. Pourtant la matière organique ne forme pas un ensemble homogène dans le sol : particules d'origines variées, plus ou moins grossières, plus ou moins transformées et plus ou moins liées à la fraction minérale du sol. Différentes méthodes développées dans certains laboratoires (Inra[26], Celesta Lab) permettent de préciser les propriétés organo-biologiques du sol en caractérisant un « statut organique » et ses conséquences en terme de fourniture d'azote.*

#### *Fractionnements physiques granulométriques*

*Ils permettent de séparer les MO figurées dites « MO libres », de taille supérieure à 50 µm, dont le renouvellement est rapide et les MO plus fines dites « MO liées », de taille inférieure à 50 µm, qui sont plus intimement liées à la fraction minérale du sol. Ces techniques permettent donc de préciser la nature et le niveau de stabilité des matières organiques dans le sol.*

#### Mesures biologiques et biochimiques

*Elles permettent d'obtenir :*

- ***la mesure de la biomasse microbienne** (ensemble des micro-organismes du sol), qui quantifie la présence des principaux agents de transformation du sol,*
- ***la mesure des minéralisations du carbone et de l'azote**, qui traduit l'activité globale de la biomasse microbienne et qui permettent d'estimer un potentiel de minéralisation. Cette mesure est intéressante pour essayer de quantifier le pouvoir alimentaire d'un sol en azote.*

*Ces déterminations permettent de compléter la caractérisation d'échantillons de sol. Elles ne sont toutefois pas toujours aisées à interpréter en termes agronomiques car elles varient bien sûr en fonction du type de sol, du système de culture et des pratiques culturales. En attendant de voir se constituer des référentiels, leur intérêt principal est donc surtout expérimental pour comparer l'effet de traitements différents sur un même site.*

*26- Inra : Institut national de recherche agronomique*

204105- Folio : q52 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

# TRAVAIL DU SOL : OBJECTIFS, PRATIQUES ET OUTILS

Après avoir listé les objectifs du travail du sol, les diverses opérations culturales réalisées en maraîchage seront présentées, puis les principaux outils et les précautions à prendre pour leur utilisation optimale. Deux techniques bien adaptées au maraîchage clôtureront ce paragraphe : les planches permanentes et l'utilisation de la traction animale.

En guise d'introduction il n'est pas inutile de rappeler que : « *Mieux vaut attendre que d'y aller trop tôt* » ! Cette formule ne doit cependant pas faire oublier que la base de la préparation du sol en maraîchage biologique est l'anticipation : donc préparer les sols à l'avance, à un moment où les conditions sont optimales, pour permettre de créer une structure de qualité et maîtriser l'évolution de la MO (amendements, résidus de culture, engrais verts incorporés) dans l'horizon colonisé par le système racinaire, tout en gérant au mieux les problèmes d'adventices par les faux semis dans l'horizon superficiel.

## Objectifs du travail du sol

### Objectifs avant les semis ou plantations

- ▹ créer artificiellement une structure la plus poreuse possible pour favoriser la colonisation des racines et leur fonctionnement (apport d'oxygène à leur extrémité),
- ▹ enfouir et répartir au mieux, dans le volume qui sera exploré par les racines, les engrais et amendements organiques nécessaires au développement des légumes, en s'assurant qu'il y ait assez d'oxygène pour que les micro-organismes du sol puissent les décomposer,
- ▹ faciliter la germination et la levée des graines, notamment les plus petites (assurer un bon contact graines/sol),
- ▹ anticiper les problèmes de gestion des adventices (faux semis).

### Objectifs pendant la culture

- ▹ biner la terre pour limiter la levée des adventices, pour casser la croûte de surface (meilleure aération, limitation de l'évaporation), pour favoriser la minéralisation des matières organiques,
- ▹ butter certaines cultures (pommes de terre, haricots, ...).

## Les diverses opérations culturales[27]

Les opérations culturales comprennent l'ensemble des travaux du sol, depuis la destruction des déchets de la culture précédente jusqu'à la récolte. Le désherbage mécanique et le buttage ne sont pas traités dans ce paragraphe (▹ **voir tome 3 de ce guide** ◃).

Il n'y a pas d'itinéraire de travaux unique, valable dans tous les cas. **Les techniques et les outils à utiliser dépendront du type de sol (texture et structure). Ce qui est recommandé pour un maraîcher peut être contre indiqué pour son voisin.** Une enquête auprès de professionnels maraîchers ou plus généralement d'agriculteurs disposant de terres comparables aux siennes est indispensable afin d'éviter les erreurs dans le choix des outils à acquérir.

*27 - D'après Argouarc'h, 2011*

204105- Folio : q53 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune





J. Argouarc'h

▷ *Une sous-soleuse un rang, bien utile pour décompacter le sol sous abri avec un tracteur de 50 - 60 CV*



J. Argouarc'h

▷ *Un cultivateur peu coûteux équipé de dents qui ont été modifiées pour soulever l'ensemble du sol travaillé*

**En maraîchage la tentation est grande de préparer le sol quel que soit son état** puisqu'il faut respecter le planning de culture et que le nombre d'opérations à réaliser est important. Il y a souvent un compactage du sol en hiver par les roues du tracteur lors des récoltes de choux, poireaux..., ce qui rend les interventions ultérieures plus difficiles.

La finesse de préparation est un compromis souvent délicat car elle est souhaitable pour les semences de légumes de petite taille, mais elle augmente les risques de battance, notamment en terrain limoneux, et de reprise en masse plus en profondeur.

## Evaluer le degré d'humidité du sol avant toute intervention

La consistance du sol se présente sous quatre états différents selon le degré d'humidité :
- ▷ consistance dure s'il a été compacté ou s'il est sec,
- ▷ consistance friable lorsque le taux d'humidité est satisfaisant,
- ▷ consistance semi plastique s'il est légèrement trop humide,
- ▷ consistance plastique s'il est gorgé d'eau.

On l'évalue en comprimant une motte de terre dans la main :
- ▷ il faut se garder de toute intervention lorsque la consistance est plastique,
- ▷ le travail du sol est risqué si elle est semi plastique, excepté le labour qui va accélérer l'obtention d'une consistance friable, cette dernière étant idéale pour tous les travaux du sol,
- ▷ la consistance dure rend les travaux difficiles et procure un lit de semence trop motteux.

## Ameublissement en profondeur ou décompactage

Il s'agit :
- ▷ d'améliorer la porosité du sol (meilleure circulation de l'air et de l'eau),
- ▷ de casser les semelles de labour, d'ameublir les zones tassées par les passages du tracteur,
- ▷ et éventuellement de favoriser l'écoulement de l'eau en hiver.

**Un décompactage n'est justifié qu'en cas de tassement avéré (semelle).** Toute décision d'intervention doit donc être validée par l'observation de l'état du sol jusqu'en dessous des travaux les plus profonds (ouverture d'un profil de sol de préférence, test bêche au minimum) afin d'évaluer l'importance du phénomène et la profondeur d'intervention nécessaire pour ajuster au mieux les moyens à mettre en œuvre.

**Les outils utilisés pénètrent plus ou moins profondément, de 20 à 50 cm et plus.** On peut utiliser différents outils :
- ▷ sous-soleuse (▷ **voir photo** ◁),
- ▷ chisel,
- ▷ cultivateur (outil fréquemment utilisé par les maraîchers) (▷ **voir photo** ◁).

Les dents utilisées sont simples ou à ailettes (éclatement plus efficace) en fonction du travail à accomplir et de la force de traction disponible. Ces outils demandent une puissance de traction importante. Le travail peut être réalisé par une Entreprise de travaux agricoles (ETA) ou une Coopérative d'utilisation du matériel agricole en commun (Cuma), ou encore un agriculteur voisin bien équipé. Le coût varie entre 30 et 60 €/heure.

Il n'est pas nécessaire de travailler systématiquement en dessous de la couche labourée. Cela dépend des pratiques antérieures et ramène à la nécessité d'observation préalable.

204105- Folio : q54 - Type : qINT-29-04-05 29/04/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

## Broyage des déchets et incorporation des amendements et engrais en surface

Il s'agit de broyer les déchets de la culture précédente ou l'engrais vert et de les mélanger à la couche superficielle du sol. En accélérant la « digestion » par le sol de ces matières organiques on en optimise les effets bénéfiques (structure du sol, nutrition des plantes) tout en évitant les risques dépressifs (faim d'azote*[28], zone d'anaérobiose*[29]…). Ce travail concerne aussi l'enfouissement superficiel des engrais et amendements.

### Broyage des déchets et des engrais verts

Un passage de broyeur peut s'avérer utile pour réduire rapidement la masse organique et accélérer la décomposition. Il est préférable d'utiliser un broyeur à axe horizontal (à couteaux, fléaux ou marteaux) qui assure une meilleure finesse de broyage, plutôt qu'un broyeur à axe vertical (gyrobroyeur). Si les résidus sont importants, ligneux, ou en présence d'un tapis racinaire superficiel important (destruction de prairie), il faut ensuite les incorporer avec une houe rotative à axe horizontal ou « rotavator » (▷ **voir photo** ◁). Sinon un outil à dents, de type vibroculteur, un cultivateur léger ou encore une déchaumeuse à disque (« cover crop »), convient.

**Il est très important de laisser ces résidus se décomposer sous l'action des bactéries aérobies, donc à faible profondeur et en conditions d'humidité maîtrisées.** Le temps de décomposition dépend de la saison, de l'importance et de la nature des produits (décomposition rapide pour les végétaux tendres, riches en eau ; plus longue pour les plantes riches en cellulose et lignine). Il varie de deux semaines à plusieurs mois en hiver, et même à plusieurs années dans le cas d'un défrichage.

### Incorporation des amendements et engrais

De même il est préférable d'incorporer les amendements et engrais à faible profondeur. Un outil à dents ou une herse rotative convient bien. La régularité et la finesse de l'épandage sont importantes, mais il y a souvent des écarts considérables entre la théorie et la pratique.

- ▷ les engrais, sous forme de granulés, sont faciles à épandre avec un épandeur porté centrifuge ou avec un localisateur,
- ▷ l'amendement calcique peut être apporté avec une remorque épandeuse à rampe ; les vendeurs d'amendement sont souvent équipés pour faire ce travail,
- ▷ les composts et fumiers peuvent être étalés par des épandeurs à hérissons horizontaux ou verticaux, conçus pour de faibles dosages.



*J. Argouarc'h*

▷ *Une houe rotative à axe horizontal ou « rotavator ». Les dents classiques, à angle droit, peuvent être remplacées par des dents incurvées afin d'éviter la création d'une semelle.*

**ATTENTION**

**Les meilleurs matériels sont coûteux. Il vaut mieux faire appel lorsque c'est possible à l'ETA ou à la Cuma que de réaliser du mauvais travail avec un matériel mal adapté.**

*28 - Faim d'azote* : carence azotée d'une culture suite à l'utilisation de l'azote minéral du sol par les bactéries pour dégrader une matière organique riche en carbone, par exemple une paille de céréales*

*29 - Anaérobiose (zone d') : zone du sol dans laquelle l'air ne circule plus, suite à un excès d'eau ou à un tassement excessif*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q55 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



## Labour

Le labour est très largement pratiqué en maraîchage. En théorie on peut s'en passer. Il n'est d'ailleurs pas pratiqué dans les abris. On lui reproche de bouleverser l'activité biologique du sol, d'enfouir en profondeur de la matière organique fraîche, de créer une semelle, de disséminer les graines d'adventices sur toute l'épaisseur de la terre et d'être gourmand en énergie.
Il est possible de se passer de la charrue, mais il faut alors disposer d'un outil efficace (un cultivateur par exemple ou une rotobêche, ▹ **voir tableau 2** ◃) ou ne pas tasser le sol (en ayant des planches fixes). Quelques maraîchers utilisent le procédé séduisant des planches permanentes depuis quelques années, qui implique que les roues du tracteur passent toujours au même endroit. Par prudence il vaut mieux faire un essai sur une surface limitée avant de l'étendre à toutes les parcelles car la technique, assez pointue et qui exige une bonne connaissance de son sol, doit être adaptée à chaque situation pédoclimatique.
**Se passer du labour implique évidemment l'utilisation d'outils adaptés mais également un raisonnement global de l'itinéraire de préparation du sol bien différent :** anticipation de la destruction de la culture précédente, incorporation superficielle, ameublissement profond progressif (si nécessaire) avant préparation finale. Cela nécessite donc plus de temps.

Malgré ses inconvénients, le labour présente plusieurs avantages :
- ▹ l'ameublissement sur une profondeur d'environ 20 cm (les labours plus profonds sont à proscrire),
- ▹ une surface de sol propre, débarrassée des résidus organiques pouvant gêner le semis ou la plantation,
- ▹ c'est une solution efficace de lutte contre les plantes adventices, et notamment les vivaces (chardons, rumex).

**L'évolution des pratiques amène à restreindre la profondeur de labour afin d'en limiter les effets potentiellement négatifs** (dilution de la MO, semelle profonde) **tout en en gardant les intérêts** (structuration, effet du gel, réduction de l'enherbement).
Le réglage de la charrue est complexe, la pratique du labour demande une certaine dextérité. Par ailleurs, il faut veiller à laisser la matière organique se décomposer en surface avant le labour (délai de deux semaines à quelques mois). Cela suppose de bien gérer les rotations et ne pas intensifier à outrance.

## Reprise du labour et préparation superficielle

La reprise du labour se pratique avec un cultivateur lorsqu'il a été réalisé assez longtemps auparavant (sur un sol à tendance asphyxiante) ou lorsqu'il a été réalisé sur un sol trop humide ou trop tassé. Son but est de casser les mottes sous la couche superficielle.

En terre argilo-limoneuse, il vaut mieux préparer le lit de semence aussitôt après l'ameublissement en profondeur (hormis après un labour d'hiver) sinon les mottes durcissent et se contractent en séchant en surface.

La préparation superficielle permet d'émietter le sol sur quelques cm (variable selon l'outil utilisé) en créant un lit de semence favorable à une bonne levée. La finesse devra être d'autant plus grande que la taille des graines est faible. Mais attention aux sols battants dans lesquels de fortes pluies peuvent compromettre la levée.

204105- Folio : q56 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

**Une intervention en condition d'humidité de sol optimale doit permettre de réaliser la préparation finale en un seul passage si on utilise un outil rotatif. En revanche plusieurs passages peuvent être nécessaires avec des outils à dents.** Il faut en limiter le nombre pour éviter les tassements. La réalisation de faux semis (préparations favorisant la germination puis la destruction des adventices) peut poser problème à ce niveau, par exemple pour la culture de la carotte, laquelle peut nécessiter plusieurs faux semis espacés de deux à trois semaines. Le problème est résolu, au moins partiellement, par le passage des roues toujours aux mêmes endroits, de part et d'autre des planches, dans le cas de cultures en planches permanentes.

Les outils utilisés sont nombreux (▷ **voir tableau 2** ◁). On les classe en trois catégories :

- ▷ les outils tractés à dents, herse et vibroculteur (2 à 4 passages),
- ▷ les outils animés par la prise de force : houe rotative de type cultirateau, rotavator, rotalabour, fraise ou herse rotative (un passage suffit en règle générale),
- ▷ les rouleaux utilisés en complément pour casser les mottes et tasser légèrement le sol (on dit « rappuyer »). (▷ **voir photos pages suivantes** ◁).

Certains producteurs réalisent le semis ou (et) la plantation sur butte ou en planche afin d'améliorer l'écoulement de l'eau, le réchauffement du sol et faciliter le désherbage mécanique. Cette technique facilite également l'arrachage de certains légumes par l'arracheuse-aligneuse à pomme de terre ou une lame souleveuse.

**ATTENTION**

**Il faut éviter de préparer le lit de semence si l'on n'est pas certain de pouvoir implanter la culture avant la pluie. Une terre finement préparée absorbe en effet une grande quantité d'eau et met longtemps à se ressuyer.**

204105- Folio : q57 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



## Principaux outils de travail du sol et leurs précautions d'utilisation

Les différents outils peuvent avoir plusieurs fonctions, et un même objectif peut être atteint par différents outils. Le ▹ **tableau 2** ◃ présente une synthèse des outils utilisés en maraîchage, avec pour chacun d'eux une liste de précautions d'utilisation, notamment en fonction des types de sol ou de leur état au moment du passage de l'outil en question.

**Tableau 2 - Principaux outils de travail du sol et leurs précautions d'utilisation**

| Types d'outils et principaux objectifs | Nom | Précautions d'utilisation |
|---|---|---|
| **Sous-soleuse et décompacteur...**<br>*Pour casser des semelles de labour, ou des zones compactes en profondeur* | **...à une ou plusieurs dents** | ▹ Travail à réaliser seulement en été et en sol sec, tous les 4 à 5 ans maximum.<br>▹ Sert exclusivement à reprendre des zones compactées en profondeur.<br>▹ Avant utilisation, réaliser un profil pour observer s'il y a bien une zone compacte à « casser » ou non. La dent doit descendre sous cette zone pour être efficace.<br>▹ Après utilisation, vérifier systématiquement le résultat par un profil de contrôle.<br>▹ Les conditions d'humidité du sol doivent être optimales. |
| **Outils de labour** | **Charrue** | ▹ En limon, si le labour brille, arrêter le chantier afin d'éviter la formation d'une semelle de labour.<br>▹ La profondeur de labour conseillée est de 20 cm. |
| | **Rotobêche ou machine à bêcher** | ▹ Outil très bien adapté aux cultures légumières car respectant bien le sol.<br>▹ Fait un travail proche du labour mais peut laisser une partie des résidus de culture en surface.<br>▹ Non adaptée à toutes les conditions de sol. |
| **Outils de reprise après culture**<br>*Pour broyer des résidus ou détruire un précédent* | **Rotavator** | ▹ A n'utiliser qu'en terre bien ressuyée.<br>▹ Travailler en surface.<br>▹ Très bon outil pour la destruction de la végétation, quand il est utilisé en conditions optimales.<br>▹ Utilisé à vitesse d'avancement insuffisante, il provoque des lissages du fond de travail et affine trop.<br>▹ En terre insuffisamment ressuyée, il favorise la prise en masse de la partie travaillée.<br>▹ Outil déconseillé pour la reprise des terres après labour en sol limoneux. |
| | **Cover-crop ou pulvérisateur à disques** | ▹ Présente moins de risques pour le sol que le rotavator s'il est utilisé en conditions difficiles.<br>▹ Adapté aux grandes parcelles.<br>▹ Plus l'outil est lourd, plus il sera efficace en sol dur, mais plus il demandera de la puissance.<br>▹ Achat collectif conseillé. |
| | **Chisels, canadiens, tillers, cultivateurs à dents** | ▹ Peuvent servir à l'enfouissement des engrais verts avec des équipements complémentaires.<br>▹ Utiles avant l'implantation de certaines cultures de printemps ou à racines (carotte…)<br>▹ Peuvent utilement remplacer la charrue en sol propre.<br>▹ Certaines combinaisons d'outils permettent de réaliser des pseudo-labours. |

204105- Folio : q58 - Type : qINT-20410505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

| Types d'outils et principaux objectifs | Nom | Précautions d'utilisation |
|---|---|---|
| Outils de préparation du lit de semence ou de repiquage | **Tasse-avant** | ▹ Outils attelés à l'avant du tracteur, pour rappuyer la terre labourée |
| | **Outil à dents : le vibroculteur** | ▹ Dans les limons bien structurés et souples, un seul passage suffit amplement pour la préparation de la plupart des cultures repiquées ou à grosses graines (maïs) et pour les engrais verts<br>▹ Coût d'utilisation très faible<br>▹ Respecte la structure du sol<br>▹ Inadapté dans les terres difficiles où les outils rotatifs s'imposent |
| | **Outil à dents : les combinés** (vibroculteur + autres outils) | ▹ Nouveau type d'outil, respectant au mieux la structure du sol<br>▹ Outils utilisables seulement dans des grandes parcelles<br>▹ Grand débit de chantier |
| | **Outil rotatif : la herse rotative** | ▹ Ne pas travailler le sol s'il n'est pas bien ressuyé<br>▹ Adaptée aux petites parcelles<br>▹ Outil rotatif mieux adapté aux sols de limons souples que le rotalabour |
| | **Outil rotatif : le rotalabour** | ▹ À n'utiliser qu'en terre très bien ressuyée<br>▹ Attention aux préparations trop fines qui favorisent la battance et détruisent la structure<br>▹ Ne devrait pas être utilisé en limon souple<br>▹ Convient bien pour les terres dures et caillouteuses |
| | **Outil rotatif : le cultirateau** | ▹ Outil associant 2 rotors qui travaillent entre les voies du tracteur. En un seul passage, il effectue la préparation du sol pour les semis ou repiquage sous forme de planches de 125 à 170 cm de large.<br>▹ Attention à ne pas confondre avec certains enfouisseurs de pierres, outils qui réalisent un beau travail visuel (belles planches) mais désastreux en terme de déstructuration du sol |
| | **Les rouleaux** | ▹ Les rouleaux sont des outils très adaptés en sol de limon, qui demanderaient à être plus utilisés. Permettent de rappuyer les préparations finales. Utilisés également pour le marquage des plantations. |

*Source : Chambre d'agriculture du Finistère, 2002*



*J. Argouarc'h*

▹ *Une herse rotative d'1,50 m de large, adaptée au maraîchage*

204105- Folio : q59 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune





J. Argouarc'h

▷ *Une petite machine à bêcher légère ou « rotobêche » pouvant être traînée par un tracteur de 35 CV*

## Cas particulier de la rotobêche (ou machine à bêcher)

Cet outil est surtout utilisé dans des exploitations de maraîchage ayant des surfaces importantes sous abri. Mais il est aussi utilisable en plein champ.

### Avantages

Il reproduit mécaniquement le travail du bêchage manuel, tout en émiettant la surface. Suivant les types de sol, il réalise donc trois opérations en une :

- ▷ incorporation des résidus, à condition qu'il n'y en ait pas de grandes quantités,
- ▷ ameublissement sur 25 cm, ce qui permet d'économiser une intervention (un seul passage de rotobêche à la place d'un labour + sa reprise au cultivateur, mais avec une vitesse de travail beaucoup plus lente),
- ▷ préparation superficielle plus ou moins fine selon le réglage du tablier arrière (pas toujours suffisamment fine selon le type de sol et son état pour obtenir de bonnes conditions de semis).

### Inconvénients

- ▷ vitesse de travail réduite (< à 1 km/h),
- ▷ incorporation des résidus de culture incomplète si gros volume,
- ▷ risque de semelle, le mouvement rotatif des bêches pouvant provoquer un lissage du fond de travail si l'humidité du sol est trop élevée,
- ▷ l'outil n'est pas adapté à toutes les conditions de terrain (si la charge en pierres est trop importante par exemple).

La taille de la rotobêche doit être adaptée à la puissance du tracteur. Son coût indicatif neuf est d'environ 5 000 à 6 000 € HT en 1,40 ou 1,50 m de large.
**La rotobêche, malgré ses inconvénients, peut-être un outil intéressant en phase d'installation lorsque la capacité d'investissement est limitée, grâce à sa polyvalence :** ameublissement profond, incorporation de matière, préparation finale.

## Cas particulier du cultirateau

Outil typique et spécifique du maraîchage, le cultirateau permet la préparation finale du sol en planches basses ou surélevées. Il est constitué de deux rotors à axe horizontal. A l'avant, le premier rotor est équipé de dents longues et courbées à 45° (pour limiter le lissage) et tourne dans le sens d'avancement. Il assure la préparation d'une structure semi-grossière sur 10 à 15 cm de profondeur. A l'arrière, un rouleau équipé de crans courts tournant dans le sens opposé à l'avancement assure la reprise superficielle sur 2 à 3 cm pour créer le lit de semence.

### Avantages

- ▷ préparation finale en un seul passage après les opérations d'ameublissement profond,
- ▷ création de deux structures différentes en fonction de l'horizon : une structure grumeleuse sur 10 - 15 cm de profondeur, une structure fine en surface. On limite ainsi le phénomène de reprise en masse occasionné par des outils affinant l'ensemble du profil ;
- ▷ vitesse de travail correcte, variable selon les conditions de sol (1 à 5 km/h),
- ▷ la formation des planches facilite la pose mécanique des paillages plastiques à la dérouleuse.

### Inconvénients

- ▷ prix élevé (7 500 à 9 500 € HT neuf pour une largeur de 1,25 à 1,45 m),
- ▷ risque de création d'une semelle en condition trop humide,
- ▷ risque de déstructuration des sols si emploi trop intensif.



J. Argouarc'h

▷ *Un cultirateau*

204105- Folio : q60 - Type : qINT-20141105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

### *En résumé : être cohérent dans ses choix de matériel*

*Cohérence, voilà le maître mot qui doit guider le choix des matériels de travail du sol :*

- *cohérence des outils avec le type de sol : par exemple, une herse étrille sera efficace en sol sableux, beaucoup moins en sol argileux ou limoneux ; pour la charrue cela peut être l'inverse…,*
- *cohérence de la largeur des outils de travail du sol et de récolte avec la largeur de la planche, qui dépend elle-même de l'empattement du tracteur,*
- *cohérence des outils avec la puissance de traction : un tracteur de 30 CV ne suffit pas pour traîner un vibroculteur de 2,50 m de large !*
- *cohérence de la taille des outils avec la surface à travailler : un semoir pneumatique n'est pas justifié dans un grand jardin (sauf à pouvoir en emprunter un à proximité, par exemple pour le semis des carottes), et un tracteur de 100 CV en maraîchage diversifié individuel est surdimensionné,*
- *cohérence de la chaîne d'outils de travail du sol : l'outillage de base comprend le broyeur, le cultivateur, le vibroculteur et un outil de préparation du lit de semence animé par la prise de force (mais pas toujours).*

## Les planches permanentes : une approche intéressante

En maraîchage diversifié, la recherche d'un horizon de surface très fin et la succession rapide des cultures ont tendance à engendrer une multiplication des interventions mécanisées. Les conséquences sont souvent défavorables : passage dans des conditions limites (trop humide, travail en puissance), problèmes de développement lié au tassement... Par ailleurs, depuis longtemps, des agriculteurs biologiques remettent en cause le labour qui enfouit et dilue les matières organiques. Sur ces bases, des essais dits « en planches permanentes » ont été mis en place dans différentes régions.

### *En résumé : le principe des planches permanentes*

La technique des planches permanentes repose sur les quatre principes suivants :

- *les passages de roues se font toujours aux mêmes endroits,*
- *ces passages de roues ne sont pas travaillés en profondeur (seulement en surface),*
- *les outils à dents sont privilégiés par rapport aux outils rotatifs,*
- *entre les passages de roues, les planches surélevées sont reformées régulièrement avec des disques. Les cultures se font donc sur buttes.*

204105- Folio : q61 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



## Dix ans de recul dans le Gaec des Jardins du Temple (Isère)

En 2001 un essai comparatif a été mis en place en Isère, au Gaec des Jardins du Temple, suivi par la SERAIL[30] et ADABio[31]. Après 10 ans d'essais, les principaux résultats sont les suivants[32].

### Au niveau de la structure du sol

- une plus grande porosité est observée dans les planches permanentes. Cette différence de porosité semble être avantageuse pour favoriser le drainage des parcelles en période pluvieuse. Ainsi, au printemps, lorsque le calendrier d'implantation des cultures est le plus susceptible d'être bouleversé par une météo défavorable, le travail en planches permanentes permet de maintenir le rythme prévu des implantations ;
- les zones compactées disparaissent des planches permanentes. La surface de la planche est préservée du tassement lié au passage des roues. Dans les premières années, un tassement latéral issu des passe-pieds a été constaté. L'intégration systématique d'engrais vert ainsi que l'amélioration des outils et de leurs usages ont par la suite supprimé cet effet ;
- la technique des planches permanentes favorise l'activité biologique (conditions d'aération, travail des dents moins agressif qu'un labour) et par conséquent le sol évolue vers une structure naturellement fragmentée et donc plus facile à travailler. Les bénéfices sont multiples : moins d'énergie consommée (vitesse de rotation plus faible), moins de temps de travail (passage des outils jusqu'à deux fois plus rapidement) et moins d'usure des outils ;
- en cas d'opérations dans de mauvaises conditions, les dommages restent superficiels. Un rattrapage est plus facile que lorsqu'on travaille en profondeur. Attention toutefois à ne pas intervenir en condition trop humide : la possibilité de rentrer plus rapidement dans les parcelles peut conduire à travailler trop tôt une planche insuffisamment ressuyée.

### Au niveau de l'activité biologique

- la minéralisation de l'azote est plus précoce et plus importante en planche permanente, sans doute liée à une meilleure aération du sol et par conséquent à un meilleur réchauffement au printemps,
- le nombre de vers de terre est plus important en planches permanentes.

### Au niveau des rendements

- six années sur neuf ont abouti à un rendement supérieur ou égal en planches en comparaison avec un travail du sol classique.

### Au niveau de l'organisation du travail

Sur cette ferme le succès de la technique a conduit très vite les associés du Gaec à passer la totalité des parcelles en planches permanentes (sauf sous les serres tunnel et les parcelles témoins de l'essai). Ce changement a entraîné une nouvelle organisation du travail plus efficace :

- le parcellaire, avec des unités de production clairement identifiées, permet un plan de culture rationnalisé et des rotations par planches. La communication sur le travail à faire est plus simple ;
- le meilleur ressuyage des sols combiné aux vitesses de tracteur plus élevées apporte une plus grande flexibilité dans les temps d'intervention : les fenêtres météo sont plus larges et les interventions plus rapides.

Au total le gain de temps de travail est de 32 % en moyenne sur les 10 ans de suivi.



B. Leclerc

▷ *Une partie des planches permanentes mises en place au Gaec des jardins du Temple (Isère)*

30 - *Serail : Station expérimentale Rhône Alpes interprofessionnelle légumes*

31 - *ADABio : Association de développement de l'agriculture biologique, Gab regroupant quatre départements de Rhône Alpes*

32 - *D'après les posters présentés à l'occasion des 25 ans de la Serail le 13 septembre 2011*

204105- Folio : q62 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

## Nécessité de concevoir des outils spécifiques

Le succès de la technique au Gaec des Jardins du Temple, outre les conditions pédo-climatiques favorables (sols lourds et climat montagnard, ne favorisant pas une bonne reprise au printemps en conditions classiques de travail du sol), est aussi lié à la conception et l'auto-construction des outils permettant la formation et le travail des planches, car ce type d'outils n'existe pas sur le marché.
Pour diffuser la technique, deux actions ont donc été mises en place :

- la réalisation d'un guide d'auto-construction pour que tous les maraîchers intéressés par la technique des planches permanentes puissent avoir accès aux outils adaptés,
- la mise en place de formations d'auto-construction d'une semaine où les producteurs construisent leur outil et apprennent à le régler[33].



Association Prommata

▹ *Passage du vibroculteur*

# Traction animale moderne en maraîchage

La traction animale moderne limite au maximum le tassement du sol. En effet son principe est la formation de buttes ou billons sur lesquels les semis ou plantations sont effectués. Le résultat est une meilleure pénétration de l'air dans le sol, ce qui permet une augmentation de l'activité biologique du sol et une meilleure dégradation de la matière organique.

## Culture sur billons sans labour[34]

Les buttes ou billons sont de taille modeste, espacées de 50 à 80 cm selon la taille de l'animal et les préférences du maraîcher. Les cultures sont implantées à leur sommet. Elles élèvent ainsi la hauteur des cultures au-dessus du niveau moyen du sol.

### Avantages agronomiques

- la terre n'est pas soumise aux agents climatiques de façon uniforme, la pluie ou les rayons du soleil l'atteignent selon des angles différents, d'un côté ou de l'autre. La structure se conserve mieux, la terre reste plus aérée.
- l'effet de battance est considérablement limité. Les mottes des bords de la butte restent entières, multipliant les points de contact entre la terre et l'air, et créant de multiples zones d'ombre. De même, les rayons du soleil ne touchent pas la terre tous selon le même angle : le fond de la butte reste plus longtemps à l'ombre, les côtés des buttes (selon l'orientation des rangs) sont plus à l'ombre soit le matin, soit le soir.
- la surface de terre au contact de l'air est multipliée, ce qui favorise les échanges gazeux et caloriques. La vie du sol est augmentée, en particulier la faune aérobie. La diversité et l'importance de cette faune diminuent le risque de pathogènes et favorisent la dégradation de la matière organique. C'est pour cela qu'une intégration progressive et superficielle des résidus de culture est pratiquée.
- la gestion de l'eau est améliorée : l'évaporation directe est diminuée, le centre de la butte ainsi que les creux gardent une bonne fraîcheur. Chaque pluie en période sèche, si les buttes sont bien évidemment perpendiculaires à la pente, est recueillie dans les creux. Elle pénètre d'autant plus facilement que l'inter-butte est sous-solé. Au printemps, en période pluvieuse, les excès s'écoulent dans les creux alors que la culture reste saine, surélevée par rapport à l'humidité. Le ressuyage du sol est accéléré, surtout le sommet de la butte qui est plus exposé au vent et au soleil. Le maraîcher peut ainsi semer plus rapidement après une averse. En revanche, en climat sec et/ou venté, les assèchements sont plus rapides et les réhumectations plus difficiles.

*33 - Pour plus d'informations : www.latelierpaysan.org*

*34 - www.prommata.org/ManuelDeTractionAnimaleModerne.pdf (pages 44 à 56)*

204105- Folio : q63 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pantone





Association Prommata

▷ *Billonneuse à disques*

**Avantages pour les cultures**

- ▷ la terre du sommet se réchauffe plus vite. C'est sensible au printemps pour la précocité des cultures, mais aussi à l'automne. La maturité des légumes est alors plus précoce, surtout pour les légumes-racines, car la terre de l'ensemble de la butte profite de la moindre journée chaude ;
- ▷ le développement racinaire est favorisé par le volume de terre meuble de la butte, il n'y a pas de semelle de labour arrêtant les racines. Avec une irrigation adaptée (par exemple un goutte à goutte en fond de raie pour des cultures implantées), les racines descendent jusqu'au niveau de l'eau qui s'infiltre sous la butte par capillarité. Les carottes, par exemple, résistent mieux à la sécheresse tout en développant de grosses racines ;
- ▷ les cultures sont plus saines car l'ambiance générale est bénéfique : une microfaune riche, pas d'humidité excessive, un bon réchauffement du sol au niveau des racines...

## Un outillage adapté

Le principe de base de l'outillage en traction animale est l'utilisation d'un porte outil qu'on attelle à l'animal de trait, sur lequel il est possible d'adapter alternativement toute une série d'outils spécifiques aux différents travaux à réaliser : préparation du sol en profondeur, préparation superficielle, binage, buttage, sarclage, ramassage, etc.

La «Kassine» est un porte-outil développé par Prommata[35]. Il peut être tiré par tous les animaux de trait, petits ou forts, attelé à un ou deux animaux, en paire ou en flèche. Les outils les plus communément utilisés avec la Kassine sont les suivants :

- ▷ vibroculteur (▷ **voir photo** ◁) : ses dents sont étroites et souples, pour le binage à faible profondeur. Il existe différentes largeurs de vibroculteurs, ce qui permet de s'adapter à la force des animaux ;
- ▷ multiculteur : pour le binage profond (fonction de canadien). C'est un outil multifonctionnel, sur lequel on peut adapter différents accessoires comme un soc butteur, des rasettes à maïs... Il est réglable à 3 ou 5 dents, et à différentes largeurs, en fonction de la force des animaux ;
- ▷ **billonneuse à disques** (▷ **voir photo** ◁) : pour monter et remonter les buttes de plantation. Elle est réglable de 40 à 90 cm de large, en fonction de la largeur de butte recherchée ;
- ▷ **sous-soleuse :** pour éclater les semelles de labour, drainer, et favoriser l'infiltration des eaux de pluie,
- ▷ **trisoc :** pour sarcler et décompacter entre les buttes. Il est réglable en écartement, en fonction de la largeur des buttes ;
- ▷ **buttoir sillonneur :** selon que l'on souhaite une fonction sillonnage ou buttage, les ailes sont réglables,
- ▷ **herse étrille :** pour détruire les adventices sortantes sur la culture en place, ou encore décroûter le sol à la levée des pommes de terre. Il y a quatre réglages possibles, deux pour le travail du sol et deux pour l'entretien des cultures ;
- ▷ **arracheuse de pommes de terre :** les pommes de terre sont arrachées puis déposées sur les côtés, sans aucune blessure pour les tubercules si la machine est bien réglée.

Il est possible d'utiliser de nombreux autres outils avec la Kassine : il suffit de fixer un piton crochaxe sur l'outil pour qu'on puisse ensuite le fixer à la Kassine.

35 - www.prommata.org

204105 - Folio : q64 - Type : qINT-19-04-05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

# RESSOURCES ET BIBLIOGRAPHIE


- ADABio. 2012. **Guide de l'autoconstruction d'outils pour le maraîchage biologique.** Co-édition Itab-ADABio.
- Anonyme. 2002. **Le contrôle des adventices en maraîchage biologique.** Ed. FiBL/SRVA.
- Anonyme. 2009. **Protection des cultures en maraîchage biologique.** Fruits et Légumes fiche n° 15. Fiche technique du réseau GAB/FRAB. Ed. FRAB Bretagne.
- Argouarc'h, J. 2011. **Maraîchage biologique, techniques de production.** *Document de cours.*
- Arrufat A., Dubois M. 2003. **Prévention contre les pathogènes du sol en culture sous abris : rotations, engrais verts, solarisation.** Ed. Civam Bio 66.
- Association Biharko Lurraren Elkarte - Civam Bio Pays Basque. **Les clés de la fertilisation en maraîchage biologique, techniques de production.**
- Baize, D. 1988. **Guide des analyses courantes en pédologie.** Inra, Paris.
- Chenu, C., Balesdent J., Leclerc B. 2000. **La protection physique et l'autoprotection des matières organiques du sol.** Echo-MO n° 24. 3-4.
- Chambre d'Agriculture du Finistère. 2002. **L'agronomie et la fertilisation des cultures légumières.** Ed. du Comité de développement des agriculteurs de la zone légumière et la Chambre d'agriculture du Finistère.
- Davet P. 1996. **Vie microbienne du sol et production végétale.** Inra Editions.
- Fortin J.A., Plenchette C. & Piché Y. 2008. **Les mycorhizes*, la nouvelle révolution verte.** Ed. Quae.
- Gautronneau Y. & Manichon M. 1987. **Guide méthodique du profil cultural.** Ceref-Isara, Lyon.
- Hénin S., Gras R. & Monnier G. 1969. **Le profil cultural (2ème édition),** Ed. Masson. Paris.
- Hérody Y. 2008. **Connaissance du sol, l'aide au diagnostic.** Ed. Bureau de recherches sur le développement agricole (BRDA).
- Keller J., Canches G., Monnerie C., Sandillon C., Ballade J. **Manuel de traction animale moderne, maraîchage.** Projet Biotacc - Transfert d'innovation, Programme européen Leonardo da Vinci.
- La France D. 2007. **La culture biologique des légumes.** Ed. Berger, collection «La science agriole».
- Le Bissonnais Y. & Le Souder C. 1995. **Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion.** Etude et Gestion des sols, 2,1, 43-56.
- Lemanceau P. & Heulin T. 1998. **La rhizosphère, in «Sol : interface fragile»** (P. Stengel & S. Gelin, coord.). Inra Editions, 93-106.
- Morel. 1989. **Les sols cultivés.** Ed. Technique & Documentation - Lavoisier. Paris.
- Védie H. 2003. **Evaluer la fertilité des sols.** Fiche technique «Techn'Itab».
- VETAB. 2005. **Guide des pratiques de l'agriculture biologique en grandes cultures.**


# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**

- Blaise Leclerc (Itab)

**Relecture**

- Marie-Laetitia Melliand, Monique Jonis, Mathieu Conseil (Itab)
- Joseph Argouarc'h (Itab)
- Dominique Berry (Chambre d'agriculture du Rhône)
- Frédérique Bressoud (anciennement Inra Alénya)
- Anne Kerdranvat (pour la partie planches permanentes)(anciennement ADABio)
- Jean-Michel Lhote (Acpel)
- Hélène Védie (Grab)

204105 - Folio : q65 - Type : qINT-19-04-05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

# 1-3 IRRIGATION



**L'irrigation est incontournable dans presque tous les systèmes maraîchers. Elle permet de régulariser la production, et représente donc une assurance contre la variabilité des rendements et donc du revenu.**

## INTRODUCTION

L'irrigation est une nécessité pour la production de légumes sous abri. En production légumière de plein champ elle est quasi systématique, sauf dans les zones légumières à pluviométrie élevée et bien répartie sur l'année.

Le premier obstacle à lever au moment de la conception d'un système d'irrigation est de disposer d'eau en quantité suffisante pour faire face à l'année la plus sèche. Les cas d'arrêts d'activité dus à une pénurie totale en période estivale ou automnale ne sont pas rares. C'est donc un critère de choix essentiel pour le site d'installation.

### *Récupérer les eaux de pluie*

*Afin de limiter les prélèvements dans les nappes souterraines, la récupération des eaux de surface (en particulier l'eau des toitures des bâtiments et des abris) est un enjeu de durabilité fondamental. Elle est encore trop peu pratiquée.*
*Des exemples d'exploitations maraîchères quasiment autonomes par la récupération d'eau de pluie existent aux Pays-Bas, où le climat n'est certes pas méridional. En France signalons une entreprise de production de semences, dans le Maine-et-Loire, pour laquelle les quantités d'eau de pluies récupérées par les toitures des serres sont supérieures à celles consommées par les cultures présentes dans ces mêmes serres.*

204105- Folio : q66 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Un système d'irrigation « bricolé », mal conçu ou de taille insuffisante, peut entraîner des pertes de temps importantes et dégrader gravement les résultats techniques et économiques, sans parler des conditions de travail du maraîcher et/ou de ses salariés.
Beaucoup de maraîchers ne connaissent pas le débit de leurs goutteurs et arrosent en fonction de l'état hydrique du sol sur les 5-10 premiers centimètres du sol, voire de façon encore plus empirique. C'est particulièrement le cas sous abri où les erreurs d'apports sont très fréquentes, notamment des surdosages en début de culture qui peuvent entraîner l'apparition de maladies.
Il faut garder en tête qu'une erreur d'irrigation, dans un sens comme dans l'autre, a toujours des conséquences sur les plantes – certes plus ou moins graves et réversibles – car l'eau est au cœur de leur métabolisme.
Le pilotage de l'irrigation peut paraître complexe voire rébarbatif mais le jeu en vaut la chandelle. Il est toujours utile de comprendre les mécanismes de circulation et de stockage de l'eau dans le sol : évaporation du sol, transpiration des plantes, percolation… et d'élaborer un bilan hydrique...
Pour s'épargner de fastidieux calculs et se faciliter la tâche, on peut utiliser les valeurs de l'ETP (▷ **voir définition plus loin** ◁) données par Météo France ou les chambres d'agriculture dans certains départements et/ou utiliser des tensiomètres, encore trop peu répandus en maraîchage. **Une irrigation bien maîtrisée, ce sont des économies d'eau, une plante au développement régulier et équilibré, une régularité des rendements et de la production dans le temps.**

Ce chapitre se divise ainsi :
- ▷ les notions de base indispensables pour bien appréhender l'irrigation. Elles sont présentées en partant d'un exemple réel de bilan hydrique.
- ▷ les tensiomètres et leur utilisation,
- ▷ les critères de pilotage d'une installation,
- ▷ les différents modes d'irrigation,
- ▷ la description des différentes composantes d'un système complet,
- ▷ un exemple détaillé d'une installation récente d'irrigation,
- ▷ un point sur la réglementation relative à l'eau.

**RAPPEL**

**1 mm d'eau correspond à :**
- ▷ **1 litre / m²**
- ▷ **ou 100 litres / are**
- ▷ **ou encore 10 000 litres / ha soit 10 m³ / ha**

204105- Folio : q67 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



# QUELQUES NOTIONS UTILES EXPLIQUÉES À PARTIR D'UN EXEMPLE DE BILAN HYDRIQUE PARCELLAIRE

Le bilan hydrique est un bilan des flux d'eau dans le sol : par rapport à un stock d'eau de départ, on ajoute les entrées (précipitations) et on soustrait les sorties (évapotranspiration). Le résultat est un état des stocks au jour du bilan qui permet de décider d'irriguer ou non.
Le bilan hydrique présenté ici fait la synthèse des concepts de base à connaître. En partant de cet exemple il sera plus facile de comprendre ces notions théoriques. Les points importants de ce bilan sont présentés et expliqués les uns après les autres.

**Figure 1 - Un bilan hydrique parcellaire**

## BILAN HYDRIQUE PARCELLAIRE

**Parcelle :** La Butte (sable argileux)
**Culture :** Pomme de terre
**Date de semis ou plantation :** 15 avril 1996
**Profondeur maximale d'enracinement :** 45 cm
**R.U. :** 62 mm
**R.F.U. :** 31 mm

| Période | Kc | ETP | ETM (Kc x ETP) | Pluie | Irrigation (dose/date) | Etat de la RU | Etat de la RFU |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1er mars | | | | | | 62 mm | 31 mm |
| | | | | | | | |
| | | | | | | 47 mm | 16 mm |
| 21 - 25 mai | 0,7 | 20 mm | 14 mm | 6,5 mm | 0 | 39,5 mm | 8,5 mm |
| 26 - 31 mai | 0,7 | 19,3 mm | 13,5 mm | 12,5 mm | 0 | 38,5 mm | 7,5 mm |
| 1 - 5 juin | 0,7 | 20 mm | 16 mm | 5 mm | 20 mm le 3 juin | 45,5 mm | 14,5 mm |
| 6 - 10 juin | 0,9 | 25 mm | 22,5 mm | 5 mm | 20 mm le 9 juin | 46 mm | 17 mm |
| 11 - 15 juin | 0,9 | 23 mm | 20,7 mm | 0 mm | 20 mm le 13 juin | 47,3 mm | 16,3 mm |
| 16 - 20 juin | 0,9 | 27 mm | 24,3 mm | 4,5 mm | 20 mm le 16 juin | 47,5 mm | 16,5 mm |
| | | | | | | | |

Kc x ETP = ETM

R.U. au jour du calcul =
R.U. de la période précédente
- ETM
+ pluies
+ irrigations

*Source : Joseph Argouarc'h*

**ATTENTION**

**La précision de la méthode dépend fortement de la qualité des informations de base, notamment concernant la réserve utile. La fiabilité du bilan hydrique est limitée durant les premiers stades de la culture car l'ensemble de la réserve hydrique n'est pas encore accessible.**

204105- Folio : q68 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Profondeur maximale d'enracinement
### (exemple : 45 cm)

La nature du sous-sol, perméable ou non, et la puissance et la nature (pivotante ou fasciculée) du système racinaire déterminent cette profondeur.
Lorsqu'on dispose d'une terre de 25 cm de profondeur sur un sous-sol imperméable, les racines ont une zone d'action très limitée. La présence d'une semelle de labour (ou, pire, de façons culturales superficielles) joue un rôle comparable en faisant obstacle à la pénétration des racines.
La pomme de terre, par exemple, fait partie des légumes à enracinement peu profond.
Le ▹ **tableau 1** ◃ donne la profondeur d'exploration des racines de quelques espèces. Pour une espèce donnée, la profondeur d'enracinement varie en fonction de la nature du sol et de la vigueur de la plante (apports en eau et en éléments nutritifs, présence de maladies ou de ravageurs...).

**Tableau 1 - Profondeur moyenne d'enracinement de quelques légumes**

| Espèce | Profondeur d'enracinement (cm) | Espèce | Profondeur d'enracinement (cm) |
|---|---|---|---|
| ▹ Radis | 10 - 20 | ▹ Pomme de terre | 40 - 60 |
| ▹ Laitue | 30 - 50 | ▹ Haricot vert | 40 - 70 |
| ▹ Oignon | 30 - 50 | ▹ Piment | 40 - 100 |
| ▹ Chou-fleur | 30 - 60 | ▹ Tomate | 50 - 150 |
| ▹ Carotte | 30 - 100 | ▹ Melon | 40 - 150 |
| ▹ Chou | 40 - 50 | | |

*Sources : INADES[1] formation Burkina. 2009. Les cultures maraîchères tome 1.*
*Complément par la Chambre d'agriculture du Maine et Loire qui indique des profondeurs nettement plus faibles.*

## Réserve d'eau utile (RU) pour la plante
### (exemple : 62 mm)

La réserve d'eau nécessaire aux cultures est contenue dans le sol. Lorsqu'il est saturé d'eau (tous les pores du sol sont occupés par l'eau), l'excédent s'écoule par percolation (si le sous-sol est perméable) et/ou ruissellement (si le sol est en pente) ou stagne. La quantité d'eau que peut contenir un sol sans être saturé (les plus gros pores du sol sont occupés par de l'air, les autres par de l'eau) est appelée la **Capacité au champ (CC)**.

Cependant l'ensemble de cette eau n'est pas disponible pour la culture. En effet, une partie est fortement liée aux particules du sol, plus fortement que la force de succion des racines. Cette eau du sol est inaccessible à la plante car trop fortement liée aux particules du sol : la plante fane. **C'est le Point de flétrissement (PF)**.

La Réserve utile (RU) est la quantité d'eau comprise entre la capacité au champ et le point de flétrissement : **RU = CC – PF**.

*1 - Institut africain pour le développement économique et social*

204105- Folio : q69 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

## DÉFINITIONS

**Sol engorgé d'eau :**
**l'ensemble de la porosité est remplie d'eau = sol asphyxiant.**

**Capacité au champ (CC) :**
**réservoir saturé mais non engorgé.**

**Réserve utile (RU) pour la plante RU = CC-PF :**
**Dans la RU on nomme RFU (Réserve facilement utilisable) l'eau aisément accessible par la plante sans freiner sa croissance.**

**Point de flétrissement (PF) :**
**il reste de l'eau dans le sol mais la plante ne peut plus l'absorber (eau trop liée aux particules du sol).**

La RU se situe dans une fourchette de 0,7 à 2 mm d'eau par centimètre de terre, sa valeur dépend de nombreux facteurs :
- **la texture :** un sol à dominante sableuse retient peu d'eau, un sol argilo-limoneux, beaucoup. On ne prend en compte que la partie de terre fine (diamètre < 2 mm) ;
- **la structure :** contrairement à un sol ameubli, un sol tassé contient peu de porosité pouvant être remplacée par de l'eau, sa CC et sa RU sont faibles,
- **l'humus :** une teneur en humus élevée augmente la CC et aussi la RU,
- la force de succion des racines, qui varie selon les espèces.

**Schématiquement un sol à dominante sableuse a une RU de 0,7 à 1,5 mm par cm de terre fine et un sol à dominante limoneuse ou argileuse de 1,7 à 2 mm.**

### *Pour aller plus loin*

*Pour affiner la connaissance de la RU, on peut se reporter au site de l'Afidol qui présente de nombreuses données intéressantes, dont la RU des sols en fonction de leur texture précise sur un abaque appelé « triangle des textures ».*
*Site internet : www.afidol.org*

La RU dépend aussi de la profondeur du sol et du sous-sol explorée par les racines :
- pour 30 cm de profondeur d'enracinement, la RU est de 20 à 60 mm,
- pour 60 cm de profondeur, la RU est de 60 à 120 mm,
- pour 1 m de profondeur, la RU est de 100 à 200 mm.

Dans notre exemple, il s'agit d'un sol à texture « sablo-argileuse » dont la RU est de 1,4 mm par cm de terre. La RU est donc de 1,4 mm x 45 cm de profondeur, soit 62 mm (ou 62 litres / m²).

**La RU est très variable d'un sol à l'autre. Les conséquences sont importantes quant à la fréquence des arrosages et à la dose d'apport.**

## Réserve facilement utilisable (RFU) (exemple : 31 mm)

La RFU est la partie de la RU aisément accessible à la plante sans freiner son développement. **C'est la RFU qui sert de base au raisonnement de l'irrigation.**

La RFU ne représente donc qu'une partie de la RU :
- environ 60 % de la RU en sol à dominante sableuse,
- environ 50 % en sol à dominante limoneuse,
- environ 40 % en sol à dominante argileuse.

Cette différence s'explique par la plus forte fixation de l'eau par les petites particules (limons et argiles).
Dans le sol sablo-limoneux de notre exemple, la RFU est de 50 % de la RU soit 31 mm (62 mm x 50 %).

204105- Folio : q70 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

**La RFU du sol peut être augmentée et préservée de plusieurs manières**

- par l'amélioration du taux d'humus du sol (travail de longue haleine) : les apports réguliers de compost y contribuent,
- par le travail du sol perpendiculairement à la pente qui, en freinant le ruissellement améliore l'infiltration,
- par le maintien d'un sol meuble en surface et en profondeur (éviter la création de zones de tassement en profondeur et/ou de semelles de labour),
- par le paillage, qui va à la fois limiter l'évaporation et améliorer l'infiltration des eaux de pluie ou d'irrigation,
- par des binages de surface qui limitent l'évaporation.

### *En résumé*

*Connaître la RU et la RFU du sol est une première étape indispensable pour bien appréhender l'irrigation.*
*Les différences de réserve en eau disponible peuvent être énormes selon le type de sol, sa profondeur, le taux de matières organiques et l'enracinement de la culture. Une même parcelle peut aussi être très hétérogène de ce point de vue.*
*Les cultures à enracinement profond disposent d'une RFU plus élevée et craignent moins la sécheresse.*

## Evapotranspiration maximale (ETM) ou réelle (ETR)
(exemple du 21 au 25 mai : ETM = 14 mm)

Durant la photosynthèse, l'eau est évacuée par les stomates généralement situés à la face inférieure des feuilles. On appelle ce phénomène la transpiration. **La transpiration est plus élevée les jours chauds, ensoleillés, secs et venteux** car ces facteurs climatiques augmentent l'évaporation de l'eau à la surface des feuilles.

L'évapotranspiration est l'addition de l'évaporation d'eau au niveau du sol (70 à 100 mm par an) et de la transpiration des plantes (nettement plus importante, par exemple 200 l d'eau par heure en été pour un érable). L'ETM est parfois aussi appelée Evapotranspiration réelle (ETR), terme plus facile à comprendre.

### *Pour aller plus loin : comprendre la transpiration des plantes*

*Pour produire ses « aliments » (glucose) grâce à la photosynthèse[2], une plante doit d'une part puiser d'énormes quantités d'eau via ses racines (l'élaboration d'un kg de matière sèche par les végétaux peut demander plusieurs centaines de litres d'eau), d'autre part déployer ses feuilles vers le soleil pour capter le $CO_2$ de l'air. C'est par les stomates qu'elle capte ce $CO_2$ et rejette l'$O_2$ produit durant la photosynthèse.*

*L'air étant généralement toujours plus sec que l'intérieur des cellules de la feuille, l'ouverture des stomates entraîne aussi la vaporisation d'une importante quantité d'eau à la surface de la feuille : c'est la transpiration.*
*Une feuille qui transpire activement remplace toute son eau en une heure ! Heureusement les stomates sont généralement situés face inférieure des feuilles, moins exposée au soleil, ce qui réduit la transpiration.*

*La contrepartie positive de cette perte d'eau par les feuilles est un mouvement de « succion-aspiration » qui fait monter la sève brute des racines jusqu'aux feuilles, sans dépense d'énergie supplémentaire pour la plante. Indispensable pour faire circuler la sève brute, et utile pour rafraichir la plante, la transpiration ne pose donc pas de problème pour une plante, sauf en cas de sècheresse. En effet, si l'eau perdue par transpiration excède l'apport d'eau par les racines, les feuilles flétrissent.*

2 - *Photosynthèse :*
$CO_2 + H_2O$------*lumière*-------> *glucose* + $O_2$

204105- Folio : q71 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



## Coefficient cultural, Kc
### (exemple du 21 au 25 mai Kc = 0,7)

Il est aisé de comprendre que la transpiration d'une plante est étroitement liée à sa production de biomasse. En début de culture la transpiration est limitée, puis elle augmente avec la croissance du feuillage. Par ailleurs la transpiration varie également selon les espèces. C'est pour prendre en compte cela qu'on utilise le coefficient cultural, Kc.
Logiquement, le coefficient cultural (Kc) est faible au stade plantule, puis augmente avec la croissance de la plante. Dans notre exemple, le Kc de la pomme de terre est de 0,7 un mois après plantation puis passe à 0,9 en juin. Le ▹ **tableau 2** ◃ illustre ces variations du Kc selon le stade et l'espèce.

**Tableau 2 – Coefficient cultural (Kc) de trois légumes selon leur stade de développement**

| Stade | | Kc |
|---|---|---|
| **Légumes-racines.** *Exemple : pomme de terre* | | |
| Levée | → 20 jours après | 0,5 |
| Croissance | → fin tubérisation | 1,1 |
| Fin tubérisation | → 20 jours avant récolte | 0,8 |
| **Légumes-fruits.** *Exemple : pois* | | |
| Levée | → apparition des fleurs | 0,6 |
| Floraison | | 0,8 |
| Formation des gousses | | 1 |
| Remplissage des grains | | 1,2 |
| **Légumes-feuilles.** *Exemple : épinard* | | |
| Semis | → 2 feuilles vraies | 0,5 – 0,6 |
| 2 Feuilles | → 6 à 8 feuilles | 0,8 |
| 6 – 8 feuilles | → 10 feuilles | 1 |
| 8 – 10 feuilles | → récolte | 1,2 |

*Source : Unilet (Interprofession des légumes en conserve et surgelés)*

Le Kc des légumes récoltés avant la mort de la plante (ici pois et épinard) reste maximal jusqu'à la récolte. En revanche dans le cas de la pomme de terre il baisse après la fin de la tubérisation, au point qu'il est conseillé d'arrêter les arrosages 20 jours avant la récolte.

### *Où trouver le Kc des légumes ?*

*Le coefficient cultural de la plupart des légumes est disponible sur le site internet de l'Association régionale Paca pour la maîtrise des irrigations (Ardepi) : www.ardepi.fr. Ces données sont utilisables pour toute la France puisque le Kc n'est lié qu'à la physiologie du végétal et non aux conditions climatiques d'une région.*

204105- Folio : q72 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

## Evapotranspiration potentielle ou de référence (ETP ou ETréf)

(exemple : ETP du 21 au 25 mai : 20 mm)

Comme il est assez complexe de connaître l'évapotranspiration réelle d'une culture à tout instant, on a eu l'idée de mesurer la quantité d'eau perdue sur une végétation de référence. C'est l'évapotranspiration potentielle (ETP ou ETréf), référence commune qui peut alors être fournie facilement à tous les agriculteurs. L'ETP permet de calculer l'ETM en appliquant le coefficient cultural propre à la culture concernée et à son stade de développement.

### *Exemples d'ETP en période estivale*

- *4 à 6 mm par jour en zone tempérée*
- *6 à 8 mm par jour en zone méditerranéenne*

L'ETP est diffusée auprès des professionnels par Météo France ou par les chambres d'agriculture dans les départements où l'usage de l'irrigation est fortement répandu.

### *Pour aller plus loin*

*En France, la référence prise pour l'ETP est un gazon de fétuque de 7 cm couvrant le sol, en pleine croissance et largement approvisionné en eau. L'ETP est estimée soit par des mesures, soit par des formules prenant en compte des données météorologiques (ensoleillement, température, humidité de l'air, vitesse du vent...).*

## Calculer l'ETM de sa culture : ETM = ETP x Kc

(exemple du 21 au 25 mai : ETM = 14 mm)

**En résumé, la connaissance des pertes en eau d'une culture de référence (ETP) à un instant T et du Kc de la culture en place selon son stade permet de connaître les pertes réelles de cette culture (ETM).**

Dans notre exemple :

- durant la semaine du 21 au 25 mai : ETM = ETP x Kc = 20 mm x 0,7 = 14 mm,
- dans la semaine du 1er juin, ETM = 18 mm. En effet, si l'ETP est équivalente (20 mm), le coefficient cultural est plus élevé (0,9) car la culture de pomme de terre a augmenté sa biomasse.

**Il existe des moyens pour réduire l'ETM et donc économiser l'eau**

- le paillage végétal ou plastique et le binage qui, en brisant la capillarité, limitent l'évaporation du sol,
- les brise-vents qui réduisent la sécheresse de l'air et l'évaporation du sol,
- l'arrosage localisé car la surface du sol n'est humide que par zones, ce qui réduit l'évaporation par rapport à l'irrigation par aspersion.

Pour clore le raisonnement sur l'ETP, on peut admettre un certain manque d'eau. Certains techniciens en agriculture biologique estiment que satisfaire seulement 80 % des besoins des cultures (excepté pour la laitue) permet d'obtenir des légumes plus riches en matière sèche et en goût. Dans le calcul de l'ETM il suffit alors d'appliquer un coefficient de 80 %.

204105- Folio : q73 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



**REMARQUE**

**On fait référence à la « pluie utile » c'est-à-dire celle qui reste effectivement dans le sol. Lors d'un gros orage, une partie de l'eau ruisselle.**

**ATTENTION**

**Les données sur la RFU et l'ETM sont souvent imprécises. Il est donc utile de vérifier concrètement l'état de la RFU par tensiomètre ou sonde tensiométrique.**

**(▷ voir plus loin ◁).**

## Précipitations
### (exemple : pluie du 21 au 25 mai = 6,5 mm)

Dans notre exemple, les pertes en eau de la semaine étant maintenant connues (14 mm), il faut savoir si les précipitations et la réserve du sol sont en capacité de couvrir les besoins sans apports supplémentaires.
La pluie de la période ne couvre pas les pertes : il manque 14 mm – 6,5 mm = 7,5 mm.

On ne peut pas raisonner l'irrigation sans la situer dans le contexte climatique de l'exploitation. Les écarts de pluviométrie sont très importants d'une région à l'autre. Dans une même région et à une faible distance (quelques dizaines de km), les variations peuvent aller du simple au triple. Les besoins en eau d'irrigation en dépendent. **Il est donc indispensable de disposer sur l'exploitation d'un pluviomètre correctement disposé,** afin de bien gérer les arrosages.

## Variations de l'état de la RFU
### (exemple : 16 mm le 20 mai puis 8,5 mm le 25 mai)

Au début de la période du 21 au 25 mai la RFU est de 16 mm.

**La RFU au 25 mai = RFU de la période précédente - (ETM - Pluies)**
**= 16mm - (14 - 6,5) = 8,5 mm.**

Durant la période suivante, la pluie (12,5 mm) couvre presque les pertes (ETM = 13,5 mm), la RFU ne diminue donc que d'un millimètre pour atteindre 7,5 mm au 31 mai.

## Bilan hydrique et décision d'irrigation
### (exemple : 20 mm le 3 juin)

Le bilan hydrique se réalise au moins une fois par semaine. En période de grande demande climatique, il peut être réalisé plus fréquemment (par exemple tous les trois jours en sol sableux). Attention, la précision de la méthode du bilan hydrique dépend fortement de la qualité des informations de base, notamment la réserve utile. De plus la fiabilité du bilan hydrique est plus limitée durant les premiers stades de la culture car l'ensemble de la réserve hydrique n'est pas encore accessible par les racines.

Dans notre exemple, le calcul du bilan hydrique nous donne une RFU de 8,5 mm au 25 mai puis de 7,5 mm au 31 mai, il n'y a donc pas besoin d'irriguer.
Durant la période suivante on évalue les besoins à 18 mm d'ETM et les apports à 5 mm de pluie, ce qui nous donnerait une RFU négative de -5,5 mm si on ne fait rien (RFU = 7,5 – (18-5) = -5,5mm). La RFU étant épuisée, la décision d'irriguer est donc prise le 3 juin (apport de 20 mm). Il en va de même pour les trois semaines suivantes où la RFU serait négative en l'absence d'apport par irrigation.

**La dose d'irrigation choisie représente les 2/3 de la RFU.** Cela permet d'irriguer avant que la RFU ne soit totalement vide mais sans risquer de dépasser la CC c'est-à-dire sans risquer d'engorger le sol et de gaspiller de l'eau par ruissellement ou percolation.

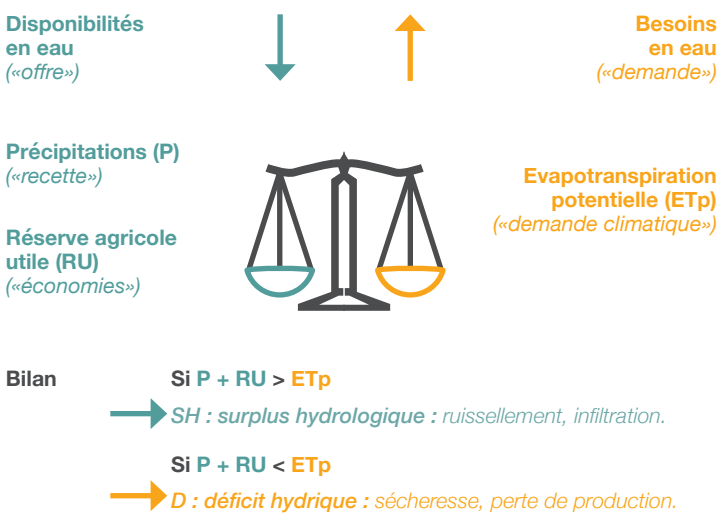
204105- Folio : q74 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## Notion de déficit hydrique

Les données météorologiques saisonnières montrent que les mois les plus secs sont aussi les plus chauds, c'est-à-dire ceux où l'évaporation du sol et la transpiration des plantes sont plus élevées. **Il y a un déficit hydrique quasi-systématique très net en juillet et août en année moyenne, voire en juin et septembre dans les régions les moins pluvieuses.** En année sèche, le déficit peut démarrer en avril et se prolonger jusqu'en octobre, c'est donc sur cette période d'environ six mois que le maraîcher surveille la pluviométrie afin de combler le déficit en cas de besoin. La réserve d'eau (individuelle ou collective) doit être dimensionnée pour couvrir les besoins de l'année la plus sèche. Sous abri, l'irrigation fonctionne bien sûr toute l'année.

La ▹ **figure 3** ◃ permet de récapituler les notions théoriques. Il y manque juste le Kc et l'ETP.

**Figure 3 – Disponibilités et besoins en eau**




*Source : O. Cantat, P. Legouée, A. Bebsaïd. 2009. Le rôle de la topographie et des sols dans la modélisation spatiale d'échelle fine des bilans hydriques.*

204105- Folio : q75 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



# CONTRÔLE DU NIVEAU D'EAU DANS LE SOL PAR TENSIOMÈTRE



A. Coulombel

▷ *Arrivée d'eau, électrovanne, manomètre*

Les données théoriques plutôt complexes présentées précédemment gagnent à être vérifiées par un contrôle du niveau d'eau dans le sol. Pour cela **un appareil, le tensiomètre, ou des sondes tensiométriques (reliées à un programmateur), enfoncés dans le sol permettent de contrôler en permanence l'évolution de l'eau du sol.**
Peu utilisé en maraîchage pour l'instant, c'est pourtant un outil très intéressant pour conduire l'irrigation de manière précise. Deux tensiomètres placés à différentes profondeurs vont donner une idée de l'état d'assèchement du sol. Le tensiomètre est composé à la base d'une bougie poreuse qui, enfoncée dans le sol et remplie d'eau au préalable, permet de mesurer la tension de l'eau dans le sol. La bougie poreuse est surmontée d'un tube transparent également rempli d'eau. Un manomètre de dépression indique la tension de l'eau, en centibars.

L'utilisation du tensiomètre est d'un usage délicat. La notice de l'appareil précise les conditions de mise en route et d'utilisation. Un tensiomètre coûte moins de 100 €. Un ensemble de base d'irrigation automatique (6 sondes électriques à lecture numérique + le programmateur + une électrovanne) revient à environ 500 € HT.

### *A quelle profondeur mesurer la tension de l'eau dans le sol ?*

*Installer des tensiomètres à différentes profondeurs permet d'analyser la dynamique de descente et de remontée de l'eau dans le sol.*
*Le premier tensiomètre (T1) est habituellement placé à la base de l'horizon le plus rapidement exploré par les racines (fond du labour). Un second (T2) voire un troisième (T3) sont placés 15 à 20 cm plus bas. Une mesure profonde (T3 à 55 – 60 cm), en particulier sous abri, est intéressante pour vérifier s'il y a des remontées d'eau par capillarité et également s'il y a saturation.*
*Il est fortement conseillé de réaliser des mesures dans au moins deux endroits simultanément : il faut donc disposer au minimum de 2 x 2 sondes.*

Un manque d'eau est souvent plus facile à repérer qu'un excès au niveau de l'apparence de la culture. Or le tensiomètre permet les deux.
Lorsque le sol s'assèche, la tension de l'eau dans le sol augmente. Lorsqu'il est saturé la tension est proche de zéro.
L'idéal est d'effectuer le premier arrosage seulement lorsque la RFU est épuisée (plus de 60 centibars sur le tensiomètre), les suivants à des tensions inférieures : 30 à 40 cb dans les sols sableux et de 50 à 60 cb dans les sols argileux.

Une étude de l'Inra sur laitues sous abri[3] démontre que raisonner les apports d'eau avec un tensiomètre permet de :
- ▷ améliorer les résultats sur la culture en optimisant son installation racinaire et son alimentation,
- ▷ limiter les apports d'eau avec des conséquences positives sur l'état sanitaire des laitues en hiver,
- ▷ faciliter le travail du sol après la culture grâce à un degré d'humidité moindre.

Il existe d'autres moyens de contrôler la réserve d'eau du sol, comme par exemple ceux basés sur l'analyse des feuilles des cultures.

3 - *F. Bressoud. Des tensiomètres pour optimiser l'irrigation des laitues sous abri. Inra Alénya.*

204105- Folio : q76 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

# CONDUITE DE L'IRRIGATION EN PRATIQUE

La conduite de l'irrigation demande méthode et précision. Comme vu précédemment, la connaissance du sol et des besoins des plantes est nécessaire et l'utilisation du tensiomètre est fort utile pour contrôler le pilotage.

## Raisonner l'irrigation par culture ?

L'idéal serait de raisonner l'irrigation par culture afin de tenir compte des besoins de chaque légume, du stade de végétation et du mode d'irrigation le mieux adapté. C'est réalisable sans problème sous abri s'il n'y a qu'une culture à la fois par tunnel ainsi qu'en système légumier où chaque culture occupe une surface importante, comme le montre le bilan hydrique parcellaire présenté en exemple ▹ **à la figure 1** ◃.

Mais cette approche est impossible en maraîchage diversifié en plein champ en raison des petites surfaces consacrées à chaque légume, et de leur multiplicité. Par contre au moment de l'élaboration du plan de culture il est intéressant de regrouper les cultures en fonction de leur besoin en eau, de leur stade de végétation et du type d'irrigation le mieux adapté (aspersion ou goutte à goutte). Concrètement cela veut dire que l'on réserve une sole (ou plus si besoin) aux cultures d'été irriguées par goutte à goutte. Les tuyaux et les asperseurs étant habituellement mobiles, il n'est pas nécessaire de gérer les autres soles de manière particulière.

Il est conseillé de ne pas trop arroser après la plantation pour obliger la plante à développer son système racinaire. Cela suppose que le sol soit bien pourvu sur toute sa hauteur à la plantation afin que les racines explorent tous les horizons.

## Qualité de l'eau

Il est fortement conseillé de procéder à une analyse l'eau que l'on destine à l'irrigation, surtout s'il s'agit d'un forage. Cela permet d'éviter les déconvenues au niveau du sol, des cultures et des canalisations.

### *Eau d'irrigation et agriculture biologique*

*Dans la réglementation européenne sur l'agriculture biologique il n'existe pas de disposition particulière concernant la qualité de l'eau d'irrigation, ce sont les règlements généraux qui s'appliquent. Néanmoins il est préférable d'effectuer une analyse complète afin de s'assurer qu'elle ne contient pas de contaminants, qui pourraient polluer les cultures, notamment en cas de collecte des eaux de pluies dans des zones péri-urbaines ou à proximité de sites industriels, ou en cas de forage dans une zone où la nappe phréatique est notoirement polluée. En cas de doute, un OC peut procéder à une analyse pour vérifier que l'eau servant à l'irrigation est exempte de contaminants.*

204105- Folio : q77 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Les principaux critères chimiques à surveiller sont :

- **la salinité,** c'est-à-dire la quantité de sels dissous dans l'eau (ex. ions $Ca^{++}$, $Na^{+}$...) : une salinité élevée peut entraîner des difficultés d'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante,
- **le degré de richesse en sodium :** risque de déstructuration du sol et de toxicité sur les cultures,
- **la dureté de l'eau :** la richesse en carbonates de calcium et magnésium peut entraîner une indisponibilité des ions Ca et Mg et un dépôt,
- **l'alcalinité :** un pH > 8 ou des taux de fer et de manganèse élevés pouvant provoquer un colmatage des tuyaux,
- **les niveaux de bore, sodium et chlore :** ces éléments peuvent être toxiques pour certaines cultures si leur concentration est élevée,
- **la présence de métaux :** des taux élevés d'arsenic, cuivre, nickel ou plomb peuvent rendre l'eau impropre à l'irrigation.

Certains paramètres biologiques sont également importants (présence de micro-organismes par exemple.) En effet, l'eau d'étang ou de cours d'eau est parfois riche en bactéries qui peuvent colmater les tuyaux en faisant des masses gélatineuses. L'eau de Javel (Hypochlorite de sodium) peut être utilisée pour enlever ce colmatage.

### *Pour aller plus loin sur la qualité de l'eau d'irrigation*

*Couture I. 2004.* ***Analyse d'eau pour fin d'irrigation.*** *Ed. MAPAQ Québec. Disponible gratuitement sur internet.*
*Les Agences de l'eau donnent les normes de classement des eaux de surface ou souterraines en fonction de leur usage.*

## Mesure des apports d'eau

L'approximation n'est pas de mise surtout pour un novice qui n'a pas encore étalonné son installation.
**La première mesure à prendre est celle de la hauteur d'eau dispensée par unité de temps, par exemple le nombre de mm / heure,** qu'il s'agisse d'aspersion ou de goutte à goutte. Cette mesure peut être réalisée par des compteurs d'eau à chaque sortie de bouche d'irrigation en plein champ et à l'entrée de chaque tunnel. A défaut de compteur ou en complément, l'utilisation de pluviomètres placés en plusieurs endroits permet de contrôler la quantité distribuée. Ces mesures permettent aussi de mesurer l'homogénéité de l'arrosage (risque de perte de charge sur un terrain en pente, chevauchement ou manque d'eau sur certaines zones...) et de procéder au réglage du matériel.

204105- Folio : q78 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## Un débit d'arrosage adapté à la perméabilité du sol

La quantité d'eau à apporter à chaque passage est variable selon le type de terre, sa profondeur et le mode d'irrigation.

La perméabilité, ou vitesse d'infiltration de l'eau, varie selon :

- **la texture :** un sol sableux est beaucoup plus perméable qu'un sol à dominante argileuse (▹ **voir tableau 3** ◃),
- **la structure :** lorsque le sol est bien meuble, la vitesse de pénétration de l'eau est supérieure à celle du même sol, tassé,
- l'importance de l'enracinement, qui améliore cette vitesse.

**Tableau 3 - Perméabilité moyenne de sols de textures différentes (mm/heure)**

| Texture | Perméabilité (mm / heure) | Classe de perméabilité |
|---|---|---|
| ▹ **Sable** | 50 | Modérée |
| ▹ **Limon sableux** | 25 | Modérée |
| ▹ **Limon** | 13 | Modérément faible |
| ▹ **Limon argileux** | 8 | Modérément faible |
| ▹ **Argilo limoneuse** | 2,5 | Faible |
| ▹ **Argile** | 0,5 | Très faible |

*Source : FTP FAO Collection FAO formation*

La vitesse d'infiltration (perméabilité) doit être prise en compte dans le calcul du débit d'irrigation afin d'éviter tout engorgement en surface et dans les horizons inférieurs.
Par exemple un débit d'arrosage de 7,2 mm / heure est bien adapté à un sol sableux ou limoneux mais trop élevé sur un sol argilo-limoneux.
**Il faut donc adapter les gicleurs, c'est-à-dire adapter leur débit à la perméabilité du sol.**

204105- Folio : q79 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



# DIFFÉRENTS MODES D'IRRIGATION

## Irrigation par gravité

Elle consiste à faire couler l'eau dans des rigoles à partir d'un canal d'amenée ou rigole-mère. Ce système nécessite un sol en légère pente et un débit relativement important pour bien répartir l'eau sur toute la surface. Cette technique est très utilisée dans le sud-est de la France. Elle est peu coûteuse, mais peu précise. Elle ne mouille pas les feuilles et limite la pousse des adventices puisque la surface du sol n'est pas entièrement mouillée.
Elle est peu pratiquée en maraîchage en raison des difficultés pratiques de mise en œuvre : réalisation des rigoles et travail du sol. Elle est aussi gourmande en eau en raison de l'évaporation importante et des infiltrations dans le sous-sol.

## Irrigation par aspersion

### Avantages et inconvénients

L'aspersion est le moyen d'irrigation le plus utilisé en plein champ. Cette technique est intéressante pour les plantes peu sensibles aux maladies cryptogamiques. Elle demande peu de temps pour sa mise en œuvre et son déplacement.

Elle reproduit le principe des précipitations naturelles, tout en le maîtrisant. En effet l'irrigation par aspersion se fait sous forme de fines gouttelettes qui n'abîment pas la plante, contrairement à certaines pluies d'orage ou à la grêle. Les quantités d'eau apportées ainsi que les fréquences sont calculées pour couvrir au mieux les besoins de la culture en fonction de la RFU du sol.
L'irrigation par aspersion présente toutefois plusieurs inconvénients :

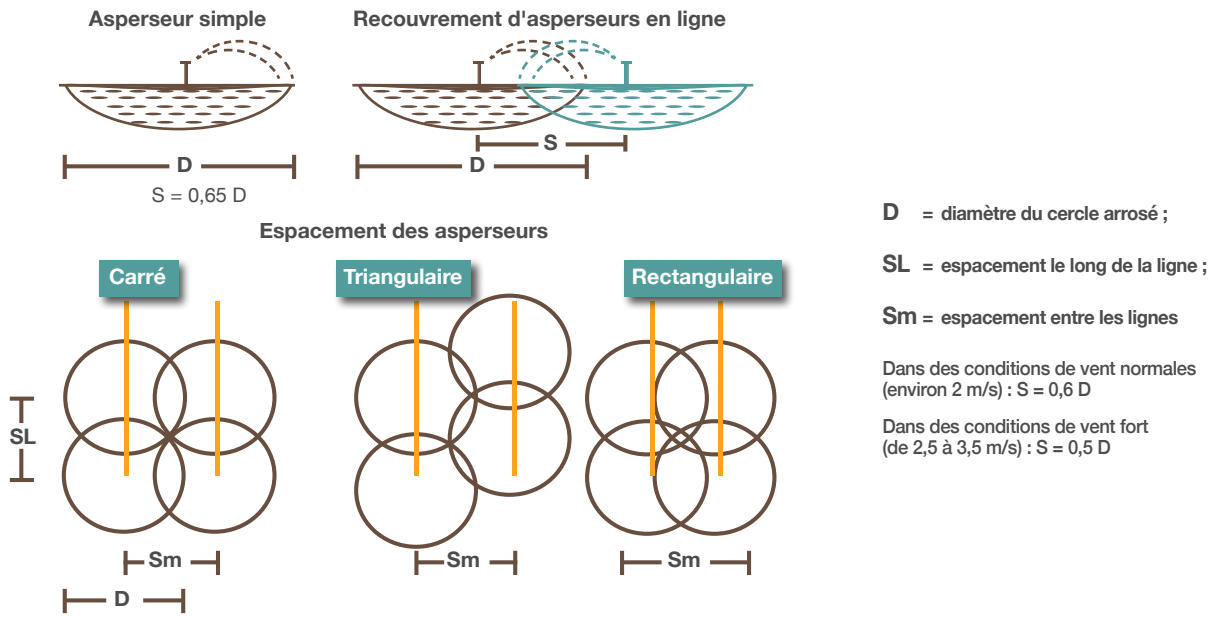
- ▷ les maladies sont favorisées par l'humidité sur la végétation. Il vaut mieux arroser le matin s'il y a des risques de maladies, le feuillage séchant ensuite plus vite ;
- ▷ les adventices prolifèrent puisque les conditions de germination sont idéales : sol humide sur toute la surface ;
- ▷ il y a un risque de choc hydrique si la température de l'eau est trop basse (cas des forages) et la température de la plante, élevée. Cela peut se traduire par un retard de croissance pouvant atteindre trois semaines ;
- ▷ en cas de vent, l'eau peut être très inégalement répartie.

### Une répartition de l'eau souvent inégale

Le diagramme de répartition de l'eau sous un asperseur démontre une répartition inégale (▷ **voir figure 4** ◁) : il y a beaucoup d'eau près de l'asperseur et très peu en limite de la circonférence. **D'où la nécessité de doubler au moins partiellement le rayon d'arrosage des asperseurs.**

204105- Folio : q80 - Type : qINT-20140505 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

Figure 4 - Profils d'humidification du sol sous aspersion




**D** = diamètre du cercle arrosé ;

**SL** = espacement le long de la ligne ;

**Sm** = espacement entre les lignes

Dans des conditions de vent normales (environ 2 m/s) : S = 0,6 D

Dans des conditions de vent fort (de 2,5 à 3,5 m/s) : S = 0,5 D

*Source : A. Phocaides. ONU-FAO. 2008. Manuel des techniques d'irrigation sous pression.*

L'exemple du Gaec Radis&Co, présenté plus loin , montre un doublement complet de l'arrosage dans les deux sens (sur la ligne d'asperseurs et entre les lignes). Ils sont placés à 12 m de distance dans les deux sens, 12 m étant aussi leur rayon d'action.

## Différents dispositifs d'aspersion

Plusieurs dispositifs d'arrosage sont utilisés :

- ▹ la rampe oscillante (pour les cultures demandant un arrosage fréquent comme les radis),
- ▹ les asperseurs ou micro-asperseurs sur pivot. Ces derniers, plus légers, ont un débit nettement plus faible et dispensent une pluie très fine,
- ▹ les enrouleurs, certains de petites tailles, sont bien adaptés au maraîchage diversifié, d'autres plus grands sont utilisés en système légumier.



J. Argouarc'h

▹ *Enrouleur de petite taille pour le maraîchage diversifié*

## Dose d'irrigation

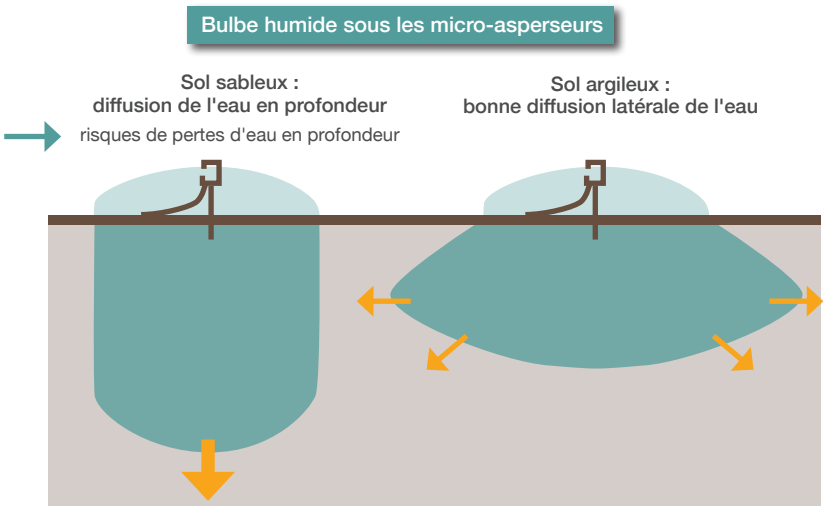
**La dose d'arrosage conseillée par passage varie de 15 à 40 mm selon la nature et la profondeur du sol : environ 15 mm en sol sableux, 30 à 40 mm en sol limono-argileux.** Elle peut être à un niveau proche de la RFU ou l'égaler si la RFU est vide. Un arrosage léger pénètre peu dans le sol et l'eau s'évapore rapidement.

Le débit des asperseurs est fonction de la pression de l'installation mais aussi du diamètre des buses de sortie sur les asperseurs, interchangeables.

204105 - Folio : q81 - Type : qINT-19-04-05 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche



**Figure 5 – Diffusion de l'eau d'arrosage par aspersion selon le type de sol**




*Source : Afidol*

### *Zoom sur le bassinage*

*Lorsqu'une plante fane, la façon la plus rapide de lui rendre sa rigidité ou turgescence est de la « bassiner », c'est-à-dire de mouiller les feuilles, en particulier la face inférieure. L'eau pénètre ainsi directement dans les stomates sans passer par les racines.*
*Attention! Cela suppose que le sol soit bien pourvu en eau. En effet le bassinage ouvre les stomates des feuilles, ce qui provoque une transpiration intense. Si la RFU est vide il y a un risque de nécrose marginale des feuilles.*

## Irrigation localisée ou goutte à goutte

**L'eau est apportée au sol à faible débit, à proximité des plantes, par un réseau de tuyaux munis de capillaires ou micro-perforés.** Les tuyaux micro-perforés ont tendance à remplacer les capillaires qui ont une durée de vie plus longue, mais sont plus coûteux et plus longs à installer.

En pratique le goutte à goutte est souvent associé à un paillage pour réduire l'évaporation au maximum.

### Avantages et inconvénients

Ce système présente de sérieux avantages :
- enherbement réduit (en dehors de l'emplacement des goutteurs),
- réduction de l'évaporation et donc du refroidissement du sol,
- économies d'eau,
- arrosage possible sous le paillage,
- réduction des maladies puisque la plante reste sèche.

204105- Folio : q82 - Type : qINT-204105 13:43:27
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Mais le goutte à goutte a aussi ses limites :

- ▹ risque de rupture de capillarité dans le sol lorsque le dessèchement est rapide : l'eau ne se diffuse plus dans les parties sèches du sol et les racines ne peuvent plus se nourrir en éléments minéraux sur l'ensemble du sol,
- ▹ débit irrégulier sur terrain en pente sauf à installer la rampe dans la partie haute ou à utiliser des goutteurs auto-régulants,
- ▹ risque d'obturation des capillaires si le réseau est mal conçu (utiliser des filtres),
- ▹ temps d'installation plus long sauf avec les tuyaux micro perforés,
- ▹ difficultés de binage en raison de la présence des tuyaux.

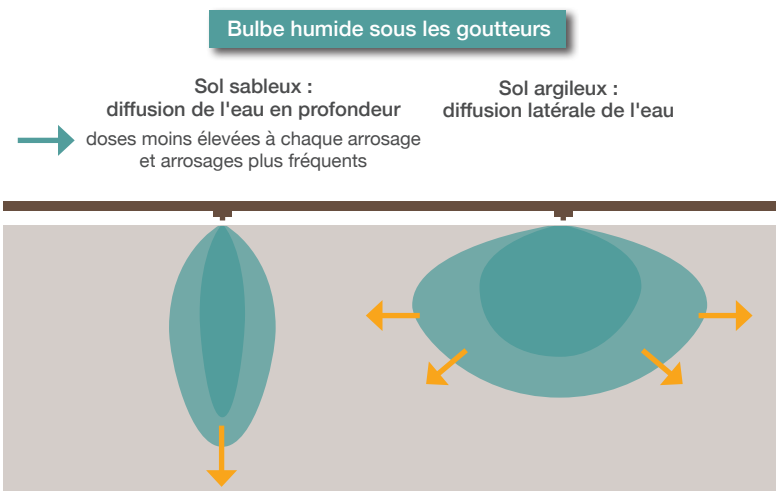
## Doses d'irrigation et positionnement des goutteurs

**La dose d'arrosage conseillée est de 2 à 10 mm par passage selon la nature du sol.** En saison estivale l'arrosage est réalisé à une fréquence de un à quelques jours, les deux principaux facteurs de pilotage étant l'ETP et le Kc de la culture. En hiver la fréquence est fortement réduite.
En cas de rupture de capillarité, l'humidité reste cantonnée à la zone proche des goutteurs, le reste du sol étant sec. Il faut alors faire le plein du sol, c'est à dire remplir la capacité au champ par un arrosage abondant par aspersion.

La meilleure façon d'apporter l'eau à la plante est d'arroser non pas au pied, mais à l'aplomb de la couronne racinaire. La pousse des racines à la recherche d'eau est de plusieurs centimètres par jour. Et il faut que les racines explorent tout le volume du sol pour une bonne alimentation minérale.

L'espacement des goutteurs varie en fonction du type de sol comme le montre la ▹ **figure 6** ◃. En sol sableux les goutteurs doivent être rapprochés en raison de la diffusion verticale de l'eau. En sol argileux la diffusion étant horizontale, on peut les espacer.

**Figure 6 – Diffusion de l'eau d'arrosage sous les goutteurs selon le type de sol**




*Source : Afidol*

204105- Folio : q83 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

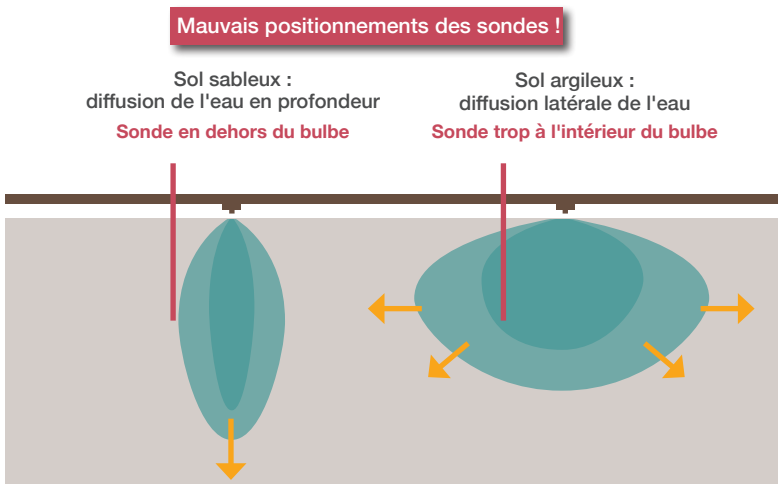


## Positionnement des tensiomètres

En cas d'utilisation d'un tensiomètre ou d'une sonde tensiométrique, leur bon positionnement se situe en périphérie du bulbe d'irrigation (zone bleue claire de la ▹ **figure 7** ◃ ).

La ▹ **figure 7** ◃ indique deux mauvais positionnements dans des sols au comportement très différent, bien que les sondes soient à la même distance des gouteurs.

**Figure 7 – Erreurs de positionnement du tensiomètre par rapport au gouteur**




*Source : Afidol*

204105 - Folio : q84 - Type : qINT-19-04-05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

## Choisir entre le goutte-à-goutte et l'aspersion ?

**Tableau 4 – Avantages et inconvénients de l'aspersion et du goutte à goutte**

| Technique d'irrigation | Avantages | Inconvénients |
|---|---|---|
| Aspersion | ▷ Peut servir pour la protection des cultures contre le gel.<br>▷ Facile à déplacer d'une culture à l'autre.<br>▷ Économique à long terme (pas de tuyaux à acheter fréquemment).<br>▷ Permet d'irriguer facilement de grandes surfaces. | ▷ Favorise le développement des adventices.<br>▷ Investissement de départ important.<br>▷ Mouille le feuillage (risques de maladies).<br>▷ Très sensible au vent (apports d'eau inégalement répartis).<br>▷ Pertes en eau importantes (évaporation).<br>▷ Complique les récoltes des cultures différentes. |
| Goutte-à-goutte | ▷ Frais de main d'œuvre bas en saison.<br>▷ Répartition uniforme de l'eau.<br>▷ Econome en eau.<br>▷ Basse pression, donc économie d'énergie.<br>▷ N'encourage pas les mauvaises herbes entre les rangs en saison sèche.<br>▷ Pas affecté par le vent.<br>▷ Compatible avec l'utilisation de paillage plastique. | ▷ Installation longue au début.<br>▷ Complique le sarclage si installé en surface et qu'il n'y a pas de paillage plastique.<br>▷ Requiert une eau de bonne qualité ou un système de filtration efficace.<br>▷ Doit être détartré régulièrement si l'eau est calcaire.<br>▷ Coût annuel de remplacement des tuyaux goutteurs.<br>▷ Ne protège pas les cultures contre le gel. |

*Source : Equiterre (Québec). 2009. Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée, chapitre 11 : irrigation.*

## Particularités de l'irrigation sous abri

Les techniques sont identiques sous abri et en plein champ. Seul le matériel diffère, les tunnels étant équipés de micro-asperseurs suspendus à faible débit et à rayon d'arrosage réduit.

Sous abri, l'eau doit être fournie en totalité par l'irrigation toute l'année. Cependant il n'y a pas de perte par ruissellement et de plus, des remontées par capillarité ont lieu en hiver à partir de l'extérieur.
**Les besoins totaux annuels sont estimés à 600 – 800 mm, soit 0,6 à 0,8 m³ / m² ou encore environ 300 m³ pour un tunnel de 400 m²,** ce qui est considérable. C'est à peu près la quantité de pluie qui tombe sur l'abri en zone humide. La récupération des eaux de pluie couvrirait une bonne partie des besoins.

**En pratique, l'arrosage par aspersion est utilisé sous abri pour :**

- ▷ les semis en couche,
- ▷ les mottes, excepté au moment de la plantation où on les met à tremper dans un petit bassin,
- ▷ les cultures peu sensibles aux maladies : betterave, carotte, mâche, navet, épinard, radis, haricot,
- ▷ la pépinière de poireau,
- ▷ la culture de concombre s'il y a besoin d'un bassinage.

204105 - Folio : q85 - Type : qINT-19-14-05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

**REMARQUE**

**En été veillez à une bonne aération des abris pour éviter les maladies cryptogamiques. Il est important de surveiller l'hygrométrie.**

Sous abri l'aspersion se fait par un réseau fixé sur les barres de culture. Les asperseurs sont de petite dimension et le rayon d'arrosage est limité (de 1,50 à 6 m).

**Le goutte à goutte est utilisé sous abri pour :**

- les cultures d'été sensibles aux maladies cryptogamiques : Solanacées et Cucurbitacées, céleri,
- la culture de laitue, de fraise…

## Fréquence d'arrosage sous abri

- Semis sur terreau : une à deux fois par semaine en hiver, tous les jours en été et même plusieurs fois par jour pour les semis en alvéole. Un programmateur est très utile pour remplir cette tâche contraignante ;
- Goutte à goutte : une à deux fois par semaine en hiver, tous les jours ou tous les deux jours en été en pleine production ;
- Aspersion : une fois par semaine ou par quinzaine en hiver, une à deux fois par semaine en été.

### *ETP sous abri*

***Les abris présentent plusieurs particularités :***

- *l'absence d'apport d'eau direct par la pluie,*
- *des remontées par capillarité difficiles à évaluer, mais pouvant être très importantes dans les tunnels de faible largeur, à partir des infiltrations latérales,*
- *l'ETPs(erre) dépend seulement du rayonnement. Elle est presque toujours inférieure à l'ETP plein champ.*

*La valeur de cette ETPs n'est diffusée que dans quelques départements. Ailleurs il faut la calculer à partir de formules basées sur le rayonnement, variable selon l'époque de l'année et la latitude. A défaut (ou en complément), le contrôle de l'humidité du sol par des tensiomètres est un bon moyen de gérer les arrosages.*

204105- Folio : q86 - Type : qINT-204105 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

# DESCRIPTION D'UNE INSTALLATION COMPLÈTE D'IRRIGATION

## Approvisionnement en eau

Dans certaines régions le stockage et la distribution de l'eau destinée à l'arrosage sont gérés collectivement par une Association syndicale autorisée d'irrigation (ASA), une CUMA, un syndicat intercommunal ou une Société d'aménagement régional (SAR). Dans ces cas-là, la question du stockage de l'eau ne se pose pas, ce qui simplifie l'installation : il suffit d'adhérer à la structure distributrice et d'obtenir un branchement sur la canalisation de proximité. Cette organisation collective présente également l'avantage de gérer la qualité de l'eau.

## Dimensionnement de l'installation de stockage

Lorsqu'un dispositif collectif n'est pas disponible il faut mettre en place son propre dispositif de stockage et de pompage. Le dimensionnement de l'installation, en particulier le volume de la réserve d'eau dépend :

- des surfaces à irriguer sous abri, et éventuellement en plein champ,
- de la nature de l'approvisionnement en eau
  - pérenne : c'est le cas du raccordement à une structure distributrice d'eau, des forages et de certaines sources. Dans ce cas la réserve est de petite taille ;
  - temporaire : certaines sources tarissent en été. La taille de la réserve est alors calculée de manière à faire face aux besoins maximum en année sèche.

### *Repérer les sources intermittentes*

*Un jeune maraîcher récemment installé n'a pas attendu le premier hiver avant de réaliser l'étude et la mise en œuvre de son irrigation. Résultat : l'hiver venu il s'est aperçu que plusieurs sources coulaient dans une des parcelles. Un peu de patience lui aurait permis de réduire le volume de la réserve qu'il a faite creuser et sans doute aussi de négocier à la baisse le prix d'achat des terres en raison de la nécessité de réaliser un réseau de fossés pour drainer les sources. Il faut attendre le mois de novembre ou décembre pour que les sources commencent à être réalimentées.*

Le dimensionnement de l'installation (en particulier le débit de la pompe de reprise lorsqu'il y a deux pompes, la pompe de reprise étant celle qui alimente le réseau d'irrigation à partir de la réserve d'eau) dépend de la surface à arroser. Au minimum, il faut un débit suffisant pour arroser un tunnel complet à la fois (environ 5 $m^3$ / heure), afin d'éviter des va-et-vient trop fréquents pour ouvrir et fermer les vannes.

Il existe un grand nombre de combinaisons possibles selon l'importance des surfaces à arroser et, bien sûr, selon le budget disponible. Attention aux fausses économies. L'essentiel est de veiller à la cohérence de l'ensemble notamment un débit de la pompe adapté à l'installation, un volume de la réserve d'eau dimensionné aux besoins en année sèche, une puissance de pompe adaptée au dénivelé entre le fond de la réserve et le point le plus haut à arroser.



J. Argouarc'h

▷ *Réserve d'eau artificielle bâchée (sur sous-sol perméable) d'une contenance de 200 $m^3$ environ, alimentée par un forage*

**ATTENTION**

**Il est conseillé de faire appel à un technicien spécialisé, à un bureau d'étude et / ou un installateur compétent avant toute création d'un système d'irrigation afin d'éviter les nombreuses erreurs possibles.**

204105- Folio : q87 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



### *Besoins annuels en eau d'irrigation*

*Par exemple en Pays-de-la-Loire, les besoins sont estimés dans une fourchette allant de 1 500 à 2 500 m³ / ha, alors qu'en Poitou-Charentes, bien qu'il s'agisse d'une région voisine ; ils montent à 3 500 m³ / ha. Ces chiffres incluent le plein champ et les abris.*
*Bien entendu une très forte proportion d'abris, en culture toute l'année, fait gonfler les besoins.*

## Eléments indispensables d'une installation d'irrigation

Toute installation doit comporter au minimum :

- Une réserve d'eau ou (et) un forage, ou un branchement sur une canalisation collective,
- Une pompe généralement dotée d'une cuve tampon qui permet de réguler la pression et d'éviter sa mise en route trop fréquente. En cas de forage, il y a généralement deux pompes : une immergée dans le forage ou le puits pour alimenter la réserve, et une autre, dite de reprise. Le rôle de la réserve est de réchauffer l'eau et d'éviter ainsi aux cultures un choc thermique en période de chaleur ;
- Un cabanon isolé qui héberge la pompe de reprise, le ballon de surpression (▷ **voir l'exemple du Gaec Radis et Co pages suivantes** ◁)...,
- Un système de filtration de l'eau (adapté aux caractéristiques de l'eau) comprenant une crépine dans la réserve, un filtre principal sur le réseau et des filtres à l'entrée de chaque tunnel, et sur le réseau de plein champ. Ces derniers sont nécessaires pour l'arrosage localisé en tuyau micro perforé ;
- Un réseau primaire d'amenée fixe (tuyaux noir en polyéthylène), enterré en général, muni de bouches d'irrigation dotées d'une vanne et d'un couvercle isolé contre le gel. Le diamètre de ce réseau primaire va de 50 mm à 100 mm et plus selon le débit recherché et la longueur du circuit. Plus le diamètre est élevé moins il y a de perte de charges (qui atteignent fréquemment 1 bar sur le circuit) ;
- Un manomètre afin de vérifier la pression demandée à l'installation, et un régulateur de pression,
- Des réseaux secondaires mobiles d'arrosage, goutte à goutte et aspersion, munis de leurs gouteurs et asperseurs,
- Un compteur volumétrique, obligatoire pour une consommation supérieure à 1 000 m³,
- Des pluviomètres pour contrôler les précipitations et les arrosages par aspersion.

## Autres équipements utiles

En dehors des tensiomètres, d'autres équipements s'avèrent utiles :

- L'utilisation d'un programmateur couplé avec une électrovanne par unité d'arrosage ou un système centralisé, plus complexe, est de plus en plus fréquente. Ils permettent précision et gain de temps ;
- L'adjonction d'un compteur secondaire, d'un régulateur de pression et d'un manomètre à l'entrée de chaque tunnel et à la sortie de chaque bouche en plein champ est intéressante. Ces sous-compteurs permettent aussi de déceler les éventuelles pertes sur le réseau.

204105- Folio : q88 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

### *Entretien des réseaux d'irrigation*

*L'acide nitrique peut être utilisé pour acidifier légèrement l'eau, afin de réduire les dépôts calcaires dans les conduits d'irrigation.*
*A l'heure actuelle, il n'y a pas de préconisations au niveau du règlement européen de l'agriculture biologique. Cet usage peut donc être autorisé au cas par cas par les organismes certificateurs si et seulement si l'emploi d'acide nitrique ne représente pas un apport d'azote pour la fertilisation, ce qui semble être assuré par les faibles doses utilisées.*

*Les contrôleurs sont d'autant plus tolérants que l'entretien des réseaux se fait généralement pendant le repos végétatif (arboriculture, viticulture) ou entre deux cultures (maraîchage) et donc la faible quantité d'azote libérée par l'acide nitrique ne profite guère à la plante.*

## EXEMPLE D'UNE INSTALLATION D'IRRIGATION RÉCENTE : LE GAEC RADIS & CO[4]

Cet exemple présente la description détaillée de l'installation d'irrigation du Gaec Radis & Co. Cette installation a été conçue pour s'adapter au contexte pédo-climatique local et répondre aux besoins de cette ferme. Cet exemple permet d'illustrer le propos de ce chapitre, mais n'est pas reproductible tel quel, en effet cette installation ne conviendrait sans doute pas à une situation différente.

### *Carte d'identité du Gaec Radis & Co (Mayenne)*

***Installation et création du Gaec par cinq jeunes associés au 1er janvier 2011, en Mayenne.***
*Achat de l'exploitation de 42 ha par Terre de Liens[5] qui loue l'ensemble au Gaec par un bail environnemental de carrière (40 ans)*
*Trois productions : maraîchage, élevage laitier avec transformation et céréales transformées en farine et pain*
*Atelier maraîchage : 2,8 ha dont 2 700 m² de tunnel. Toutes les parcelles de légumes ainsi que les tunnels sont standardisées à 50 mètres de long, ce qui facilite la gestion des bâches tissées, des voiles de protection et des lignes d'irrigation. Deux séries de 70 planches (sur un total de cinq séries), soit deux fois 0,5 ha, sont consacrées chaque année aux légumes. Les trois autres séries sont en luzerne pendant trois années consécutives. A noter que les pommes de terre (0,4 ha) et les courges (0,1 ha) entrent dans les rotations avec les céréales.*
*Débouchés des légumes : 80 paniers par semaine + magasins bio + restauration collective.*

Les terres du Gaec sont hétérogènes à dominante de sable fin, certaines plus limoneuses. La profondeur du sol est très variable, et la RFU également. Le sous-sol est granitique. Le sol est à dominante sableuse, il a donc une RFU limitée (de l'ordre de 20 mm d'eau pour 30 cm de terre, ce qui implique des arrosages fréquents et limités en quantité).

*4 - www.radis.et.compagnie.free.fr*

*5 - Terre de Liens est un mouvement citoyen qui achète des fermes grâce à l'épargne citoyenne et au don puis les loue à des agriculteurs biologiques par un bail rural environnemental. Site web : www.terredeliens.org*

204105- Folio : q89 - Type : qINT-204105 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag





J. Argouarc'h

▷ *Petite réserve d'eau de 500 m³. La pompe immergée est suspendue au radeau constitué d'une palette et de bidons vides assurant la flottaison.*

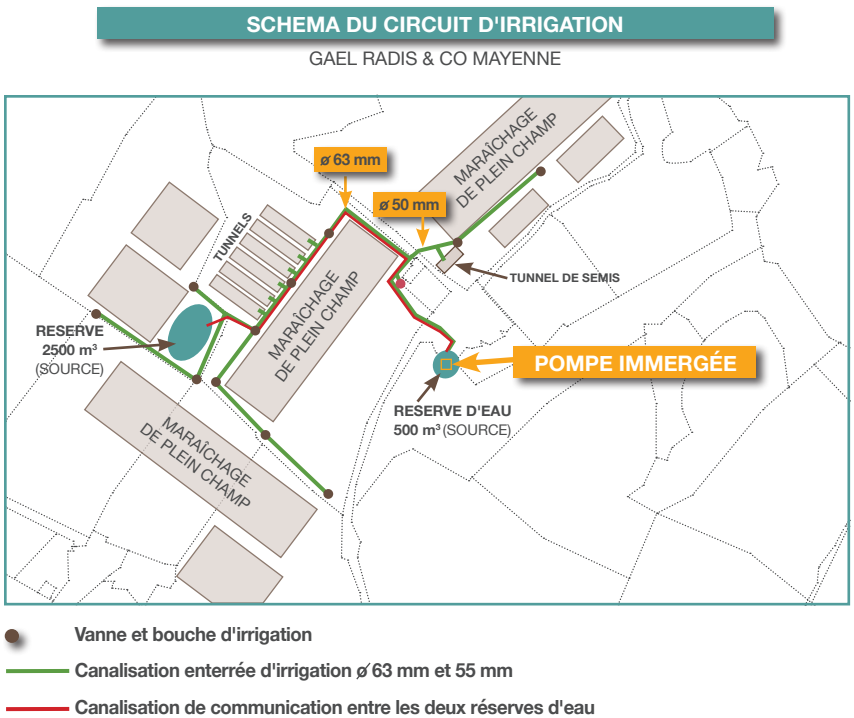


J. Argouarc'h

▷ *La grande réserve d'eau de 2 500 m³*

# Installation d'irrigation mise en œuvre au Gaec Radis & Co

**Figure 8 – Plan du réseau d'irrigation du Gaec Radis & Co (Mayenne)**




## Les deux réserves d'eau

Les besoins en eau dans cette région sont estimés à 1 500 m³ / ha de maraîchage diversifié soit environ 4 500 m³ pour les 2,8 hectares de légumes du Gaec.

Une petite réserve d'eau existait déjà avant l'installation. Elle a été agrandie pour atteindre 500 m³. Elle est alimentée toute l'année par une source.

Une deuxième réserve, de 2 500 m³, a été creusée à proximité des tunnels, elle est également alimentée par une source, mais de débit moindre que la première. Elle est située à un niveau supérieur à la première (12 m de dénivelé) et l'alimente par gravité en cas de besoin en été par la canalisation primaire (débit 10 m³ / h). A l'inverse, la petite réserve peut remplir la grande en hiver et au printemps grâce à la pompe, si besoin.
La grande réserve est profonde de cinq mètres, ceci afin de ne pas dépasser une surface de 1 000 m² au sol, surface au-delà de laquelle une démarche administrative est obligatoire.

Aucune des deux réserves n'est bâchée (sous-sol d'arène granitique contenant de l'argile).

**Si les deux réserves sont pleines au printemps l'approvisionnement est assuré jusqu'à l'automne puisqu'elles ont un volume qui couvre la consommation estivale et l'évaporation des bassins.**

204105- Folio : q90 - Type : qINT-20140505 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## La pompe et les ballons

Une seule pompe (12 m³ / heure pour un dénivelé de 90 m) suffit pour l'ensemble du système. Elle est immergée (pas de désamorçage, pas de bruit, pas de cabanon hors gel) dans le petit bassin. Elle alimente deux ballons de surpression de 1 m³ chacun, précédés du filtre général, situés sur le circuit dans un cabanon.

## Les canalisations enterrées

L'installation a nécessité 800 m de tranchées. Il y a deux canalisations principales en polyéthylène semi-rigide :

- ▹ La plus importante (63 mm de diamètre) part de la pompe. Elle alimente les tunnels, la grande réserve et une bonne partie du plein champ ;
- ▹ La seconde (50 mm de diamètre) amène l'eau au tunnel de semis et à l'autre partie du plein champ.

## En plein champ : le réseau d'irrigation secondaire et les systèmes d'arrosage

Une bouche (isolée en hiver) est installée tous les 50 m environ. Un tuyau souple y est branché après la vanne.

Deux modes d'irrigation sont utilisés : le goutte-à-goutte et les asperseurs.

▹ **Le système goutte à goutte en plein champ en chiffres**

Il est composé de tuyaux en polyéthylène et de gouteurs disposés tous les 30 cm. Les planches faisant 50 mètres de long, il y a donc 167 gouteurs par ligne (50 / 0,3), et le double pour une planche de 1,50 m de large, soit 334 gouteurs.

Chacun débite 1,6 litres / heure, soit pour une planche :
1,6 l x 334 = 534 l /h ou 0,53 m³ / heure.

Une planche ayant une surface de 75 m² (50 m x 1,50 m), la dose apportée est de 534 l / h / 75 m² = **7,1 mm/h.**

La pompe débitant 12 m³ / h elle peut théoriquement alimenter 22 planches en même temps (12 m³ / h / 0,53 m³ / h), soit une surface de 1 650 m² (22 x 75 m²).

▹ **Le système d'aspersion de plein champ en chiffres**

Les asperseurs sont alimentés par des tuyaux en aluminium de 6 m de long et 50 mm de diamètre. Ils sont munis d'un système de buttoir permettant de limiter l'arrosage à un arc de cercle si besoin (en bout de ligne par exemple).
Les asperseurs utilisés arrosent un rayon de 12 mètres et débitent 1,2 m³ / heure. Ils sont placés tous les 12 mètres, en carré (▹ **voir figure 4** ◃), dans les deux sens, ce qui veut dire qu'une ligne de 50 mètres comprend 5 asperseurs, un à chaque bout et trois intermédiaires.

La pompe débitant 12 m³ / h, elle permet la mise en service simultanée de 10 asperseurs (12 m³ / h / 1,2 m³ / h), soit deux lignes.

La surface arrosée à chaque passage est donc de 1 200 m² (2 lignes x 50 m x 12 m).

Le débit pour deux lignes étant de 12 m³ / h, soit 12 000 l/h, la dose apportée est donc égale à : 12 000 l / h /1 200 m², soit 10 l / m² = **10 mm / h.**



J. Argouarc'h

▹ *Ballon de surpression à l'abri du cabanon et filtre principal (filtre rouge que l'on aperçoit à droite du ballon)*



J. Argouarc'h

▹ *Départ des deux canalisations principales (en 50 et 63 mm) précédé d'une vanne permettant de couper l'ensemble du circuit d'irrigation en aval des ballons*

204105- Folio : q91 - Type : qINT-204105 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag





J. Argouarc'h

▷ *Ligne d'asperseurs et les tuyaux d'alimentation en aluminium*



J. Argouarc'h

▷ *A l'entrée de chaque tunnel le dispositif d'irrigation comprend un filtre, un régulateur de pression, un manomètre, un programmateur et son électrovanne*

## Sous abri : le réseau d'irrigation secondaire et les systèmes d'arrosage

Le système de goutte à goutte est identique au plein champ.
Par contre l'aspersion est différente, puisque ce sont des micro-asperseurs qui ont été installés.

Les micro-asperseurs ont un rayon d'arrosage de 6 m. Ils débitent 70 l / h (ou 70 mm / h). Il y a deux lignes par tunnel, 35 micro-asperseurs par ligne de 50 m, soit 70 pour un tunnel de 450 m² (50 m x 9 m).
La dose apportée est de 70 asperseurs x 70 litres / heure = 4 900 litres / heure.
En hauteur d'eau cela donne : 4 900 l / 450 m² = **10,9 mm / h.**

## Coût de l'installation d'irrigation du Gaec Radis & Co

Le Gaec a posé les canalisations primaires et secondaires et les sorties. Tout le reste a été réalisé par une entreprise.

Il s'agit d'une installation relativement coûteuse (▷ **voir tableau 5** ◁), 33 500 € TTC **(28 000 € HT).** Elle est prévue pour cinq hectares. Elle permet de faire face à une augmentation de la production et à un été sec, y compris pour les autres cultures que le maraîchage.

**Tableau 5 – Coût de l'installation du système d'irrigation du Gaec Radis&Co**

| Poste | Prix TTC |
|---|---|
| ▷ Bassin bas 500 m³ | 4 500 € |
| ▷ Bassin haut 2 500 m³ | 6 000 € |
| ▷ Pelleteuse tranchées | 3 800 € |
| ▷ Tuyaux enterrés diamètre 63 et 50 mm | 2 100 € |
| ▷ Pompe immergée (12 m³ / heure) | 1 100 € |
| ▷ Raccords, vannes, ballons, filtres | 5 900 € |
| ▷ Montage et raccordement électrique des ballons | 1 200 € |
| ▷ Système goutte à goutte extérieur (50 planches) neuf, PE (polyéthylène) semi-rigide | 1 900 € |
| ▷ Système d'aspersion en plein champ avec tuyaux en aluminium pour 2 ha à la fois (occasion) | 1 500 € |
| ▷ Vannes + régulateurs de pression + filtres + programmateurs + asperseurs + goutte à goutte sous abri pour 6 tunnels (9x 51m) et le tunnel de semis | 4 100 € |
| ▷ Raccords et divers | 1 400 € |
| ▷ **COUT TOTAL TTC** | **33 500 €** |

204105- Folio : q92 - Type : qINT-204105 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

## Fonctionnement et entretien

La pression de mise en route de la pompe est réglée à 4 bars (au niveau d'un des ballons de décompression). Elle s'arrête à 6 bars. C'est le manomètre branché sur une des cuves qui déclenche la mise en route et l'arrêt de la pompe en fonction du réglage réalisé par le maraîcher.
Tous les tunnels ainsi que les sorties de vanne en plein champ sont équipés de réducteurs (régulateurs) de pression et de manomètres secondaires qui permettent de descendre à 1,5 bars pour l'arrosage au goutte à goutte.

**Tableau 6 – Durée d'arrosage et quantité d'eau apportée au Gaec Radis&Co**

| | Mode d'irrigation | Pression (bars) | Durée d'arrosage | Nb. de mm apportés par arrosage |
|---|---|---|---|---|
| Tunnels | ▹ Goutte à goutte | 1,5 | 40 min | 5 |
| | ▹ Micro- aspersion | 1,5 | 1 h | 10,9 |
| Plein champ | ▹ Goutte à goutte | 1,5 | 40 min | 5 |
| | ▹ Aspersion | 4 à 6 | 1 h | 10 |
| Tunnel de semis | ▹ Micro aspersion (Lance douchette à main) | 4 à 6 | variable | variable |

Le filtre principal situé en amont des ballons est équipé d'un filtre en inox. Il est nettoyé chaque semaine afin de retirer les insectes aquatiques et la matière organique. Un entretien mensuel suffit pour les filtres dans les tunnels.

Afin d'éviter les dégâts par le gel, le circuit extérieur est fermé et purgé en ouvrant toutes les vannes dès la fin de saison d'été. Les sorties sont isolées par un couvercle muni de polystyrène.

Quelques autres opérations sont nécessaires :
▹ le contrôle de la pression dans les ballons chaque semaine,
▹ le nettoyage de la crépine en amont de la pompe lorsqu'elle est obstruée.

# POINT SUR LA RÉGLEMENTATION LIÉE A L'IRRIGATION

**ATTENTION**

**Bien vérifier la réglementation en vigueur dans votre région, département, commune.**

En agriculture biologique, il n'existe pas de disposition réglementaire particulière concernant l'irrigation et la qualité de l'eau. C'est la réglementation générale qui s'applique.

Plusieurs réglementations regroupées à l'article L214 du code de l'environnement s'appliquent à l'irrigation :
▹ réglementation sur le prélèvement d'eau dans les nappes souterraines,
▹ réglementation sur les réserves d'eau ou bassins de rétention,
▹ réglementation sur l'utilisation d'eau à usage agricole,
▹ loi sur l'eau du 30 décembre 2006 qui peut également créer des contraintes quant à la régulation des pluies d'orage, pour les projets importants.

204105 - Folio : q93 - Type : qINT-19-04-05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche



Si l'eau utilisée est aussi à usage de consommation humaine, des contraintes supplémentaires s'ajoutent, en particulier la « potabilité » et divers contrôles de qualité.

La disponibilité en eau dans le milieu naturel étant complexe et difficile à quantifier, il est fortement conseillé de consulter le service hydraulique de la Chambre d'agriculture ou à défaut, de se rapprocher des services de la police de l'eau du département (DDTM), avant de se lancer dans un projet d'irrigation. D'autant que la réglementation subit fréquemment des modifications.

## Prélèvements d'eau souterraine via un puits ou un forage

Tout forage à plus de 10 m de profondeur est soumis à déclaration au titre du code minier à la DREAL[6]. Habituellement, c'est l'entreprise qui réalise le forage qui se charge de cette démarche.

La réglementation relative aux demandes d'autorisation de pompage est différente selon que l'on se trouve en Zone de répartition des eaux (ZRE) ou non. Ces zones caractérisent les bassins hydrauliques où se manifeste une insuffisance chronique des ressources en eau par rapport aux besoins.

- En ZRE, un débit de pompage inférieur à 8 $m^3$ / heure est soumis à simple déclaration. Au-delà de 8 $m^3$ / heure, une demande d'autorisation est nécessaire (démarche longue et complexe comprenant une enquête d'utilité publique). En plus des restrictions de pompage, des tarifs plus élevés et non dégressifs peuvent être décidés selon les Agences de l'eau et les bassins hydrauliques.
- Hors ZRE, un prélèvement annuel compris entre 1 000 $m^3$ et 200 000 $m^3$ est soumis à simple déclaration en mairie.

Dans tous les cas un utilisateur qui prélève moins de 1 000 $m^3$ / an doit être en mesure de le justifier. Aucune démarche ne lui est imposée si l'eau n'est pas destinée à la consommation humaine.

Un forage doit respecter des distances minimales par rapport à différentes sources de pollution possibles :
- 50 m par rapport à des parcelles d'épandage de déjections animales,
- 35 m par rapport à des bâtiments d'élevage,
- 5 m d'une route, etc.

**La réalisation d'un forage s'accompagne obligatoirement de moyens pour garantir une étanchéité vis-à-vis des eaux superficielles** susceptibles de contaminer la nappe (« cimentation annulaire surélevée » de la partie supérieure du forage). Une protection de sécurité (couvercle sécurisé) est obligatoire. Il est conseillé de faire appel à une entreprise qui a signé la « charte de qualité des puits et forages d'eau » garantissant une réalisation de qualité.

## Réserves d'eau

La procédure dépend de la surface du bassin :
- < 1 000 $m^2$ : pas de démarche particulière,
- entre 1 000 $m^2$ et 3 ha : déclaration,
- > 3 ha : autorisation après enquête publique.

Si un projet d'aménagement, par exemple des serres ou tunnels ou encore des fossés, concerne plus d'un hectare, la loi sur l'eau (30/12/2006) rend obligatoire la réalisation d'un bassin d'orage dont le but est de stocker provisoirement les grosses pluies et de réguler leur écoulement progressif dans le milieu naturel. Il est nécessaire de faire appel à un bureau d'étude spécialisé en hydrologie afin de dimensionner l'ouvrage.

*6 - DREAL : Direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement*

204105- Folio : q94 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Consommation d'eau

**Au-delà de 1000 m³ /an prélevés dans la nappe (superficielle ou profonde) ou dans un cours d'eau, il est obligatoire de mesurer les quantités prélevées par un compteur volumétrique depuis 2008.**
Au-delà d'une certaine quantité, variable d'une agence de bassin à l'autre, une redevance est appliquée à tout utilisateur. Par exemple l'Agence de l'eau Loire-Bretagne a fixé à 7 000 m³ le seuil en-dessous duquel la redevance n'est pas due, ce qui est le cas de la majorité des maraîchers. Au-delà, le niveau de la redevance de base se situe autour de 0,015 € /m³.

Dans le cas d'une organisation collective de gestion de l'eau d'irrigation, c'est la Chambre d'agriculture ou le syndicat d'irriguants qui se charge de toutes les démarches administratives. Ils fournissent à l'administration une liste nominative des mandants avec le débit et le volume « prélevable ».

# RESSOURCES ET BIBLIOGRAPHIE


- Bouchy J. F. et BLE - CIVAM Pays Basque. Année 2011. **La conduite de l'irrigation en maraîchage bio,** Ed. Civam Pays Basque.
- Collectif. Année 2003. **Le guide pratique d'irrigation.** Co-édition Cemagref - France Agricole.
- Couture I. 2004. **Analyse d'eau pour fin d'irrigation.** Ed. Mapaq Québec. Disponible sur www.agrireseau.qc.ca
- Phocaides A. 2008. **Manuel des techniques d'irrigation sous pression.** Ed. ONU – FAO.


# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**

- Joseph Argouarc'h

**Relecture**

- Frédéric Rey, Blaise Leclerc, Marie-Laetitia Melliand, Monique Jonis, Mathieu Conseil (Itab)
- Jean-Marie Morin (Ministère de l'agriculture, animateur du réseau Formabio)
- Patrick Menetrieux (Lycée horticole de Romans)
- Christophe Cardet (CDDL49, Chambre d'Agriculture Maine et Loire)

204105- Folio : q95 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

# 1-4 FERTILISATION ET ENGRAIS VERTS



**La fertilisation en maraîchage biologique est basée en grande partie sur l'apport d'amendements et d'engrais organiques. Comme le règlement européen est la référence pour l'utilisation des fertilisants organiques en agriculture biologique, ce chapitre commencera par des rappels réglementaires et quelques généralités sur la fertilisation et la fertilité des sols. Puis les principaux amendements organiques, les engrais organiques et les amendements minéraux seront successivement présentés. Un paragraphe sera également consacré à la culture des engrais verts en maraîchage biologique, en plein champ et sous abris. Enfin une synthèse comparant l'action des principales matières organiques clôturera ce chapitre. La fertilisation sous ses aspects rotations et assolements est traitée dans le ▷ chapitre 5-1 ◁.**

204105- Folio : q96 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## En résumé

*Le principe de la fertilisation en agriculture biologique est de « nourrir le sol pour nourrir la plante », et d'éviter à tout prix de « court-circuiter » le sol en amenant des engrais solubles directement assimilables par les végétaux, y compris s'ils sont autorisés en bio.*

*Les produits fertilisants utilisables en AB doivent être à la fois inscrits sur l'annexe I du règlement CE n° 889/2008 ET respecter la législation française sur l'utilisation des matières fertilisantes, décrite dans le Code Rural.*

*Le tableau de synthèse (▷ **voir tableau 25** ◁) reprend les six sources de matières organiques les plus fréquemment utilisées en agriculture biologique. Il rappelle leurs effets sur les différents paramètres de la fertilité du sol.*

### Amendements organiques

*Quel que soit le type d'amendement organique considéré, l'élément qu'il apporte le plus au sol n'est pas l'azote, le phosphore ou le potassium, mais le carbone, et notamment la liaison C-C, source d'énergie pour la vie du sol. Les amendements organiques suivants sont traités dans ce chapitre : les lisiers, les fumiers, les composts de fumiers, les composts de déchets verts, les composts de biodéchets des ménages, les autres composts, les BRF et les amendements organiques du commerce.*

### Résumé des préconisations pour les amendements organiques

*De manière générale, on peut conseiller d'associer l'utilisation de produits stables comme le compost de déchets verts et de produits plus fermentescibles comme le fumier afin de bénéficier de leurs effets complémentaires. Dans la mesure du possible, les amendements rapidement dégradables seront apportés chaque année. Les produits plus stables pourront être apportés tous les deux à quatre ans. La dose d'apport devra être raisonnée en fonction du type de sol, de sa teneur initiale en MO et des pertes de MO potentielles.*

### Engrais organiques

*Les engrais organiques ont clairement un objectif de fertilisation des cultures. L'intérêt des engrais organiques réside, en plus de leur richesse en N, P et/ou K, dans la disponibilité de ces éléments.*
*Les engrais organiques présentent le risque de fourniture excessive d'azote et de phosphore et ne permettent pas d'entretenir le taux d'humus.*

### Engrais et amendements minéraux

*Le chaulage : sous l'effet du lessivage, un sol perd naturellement en moyenne de 300 à 500 kg de CaO/ha/an. Hormis dans les sols calcaires, ces pertes entraînent des baisses de pH, qui peuvent finir par compromettre la fertilité physique, chimique et biologique. Le chaulage modifie le pH et la composition de la solution du sol, modifie la biodisponibilité des éléments minéraux, peut améliorer la stabilité structurale et augmenter l'activité microbienne. On chaule un sol et non une plante, aussi peut-on apporter l'amendement en toute saison. Un amendement calcaire ne doit jamais être épandu au contact du fumier. Il ne faut bien évidemment jamais chauler un sol calcaire.*

### Engrais verts

*La culture des engrais verts est l'une des pratiques de base de l'agriculture biologique. En maraîchage biologique, la volonté de rationaliser au mieux des surfaces parfois restreintes induit la succession rapide de cultures parfois peu diversifiées. Les engrais verts constituent alors une des réponses aux nombreuses préoccupations rencontrées : pratique des rotations, amélioration de la structure du sol, stimulation de l'activité biologique, maîtrise des plantes adventices et des pathogènes du sol.*



204105- Folio : q97 - Type : qINT-20041005 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



# RAPPELS RÉGLEMENTAIRES

Avant de présenter les différents fertilisants organiques utilisables en maraîchage biologique, il est intéressant de rappeler les grandes lignes de la réglementation concernant la fertilisation des productions végétales biologiques, à laquelle se superpose une réglementation nationale sur la mise en marché des fertilisants, car dans ce domaine il n'existe pas encore d'harmonisation européenne.

## Principe du règlement communautaire concernant la production biologique

Le principe du règlement communautaire CE n° 889/2008 concernant la fertilisation repose sur deux articles de base (▷ **voir encadré** ◁) et sur une liste positive faisant l'objet de l'annexe I dudit règlement (accès depuis www.itab.asso.fr). Le principe de cette liste «positive» est que seuls les produits qui y sont listés sont autorisés, les autres étant par défaut interdits. D'autre part **le règlement communautaire insiste sur le fait que les produits de cette annexe I ne peuvent être utilisés que si les «bonnes pratiques agronomiques»** (travail du sol, rotations, utilisation d'engrais verts, utilisation de fumiers compostés) **ne sont pas suffisantes pour couvrir les besoins des végétaux.**
**Dans la pratique, et notamment en cultures légumières, les produits de cette annexe sont cependant largement utilisés.** Il est donc important de veiller à éviter certaines dérives qui consisteraient à négliger l'entretien des principales propriétés du sol liées aux apports réguliers de matières organiques (rétention en eau, en éléments minéraux, stabilité de la structure, etc. ▷ **Plus de détails au chapitre 1-2** ◁).

**ATTENTION**

**La réglementation sur les matières fertilisantes est susceptible d'évoluer, il importe de la vérifier : voir sur www.itab.asso.fr ou auprès de votre organisme certificateur.**

### *Ce que dit le règlement européen...*

***Article 12, paragraphe 1, points a), b) et c) du règlement CE n° 834/2007***

*a) La production végétale biologique a recours à des pratiques de travail du sol et des pratiques culturales qui préservent ou accroissent la matière organique du sol, améliorent la stabilité du sol et sa biodiversité, et empêchent son tassement et son érosion.*

*b) La fertilité et l'activité biologique du sol sont préservées et augmentées par la rotation pluriannuelle des cultures comprenant les légumineuses et d'autres cultures d'engrais verts, et par l'épandage d'effluents d'élevage ou de matières organiques, de préférence compostés, provenant de production biologique.*

*c) L'utilisation de préparations biodynamiques est autorisée.*

***Article 3 du règlement CE n° 889/2008 : Gestion et fertilisation des sols***

*1. Lorsque les mesures prévues à l'article 12, paragraphe 1, points a), b) et c) du règlement CE n° 834/2007 (▷ **voir ci-dessus** ◁) ne permettent pas de couvrir les besoins nutritionnels des végétaux, seuls les engrais et amendements du sol énumérés à l'annexe I du présent règlement peuvent être utilisés dans la production biologique, et uniquement suivant les besoins. Les opérateurs conservent des documents justificatifs attestant la nécessité de recourir à ces produits.*

204105- Folio : q98 - Type : qINT-20041005 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

### Une réglementation nationale sur la mise en marché des produits fertilisants

En France, c'est le Code rural et de la pêche maritime qui régit l'utilisation des matières fertilisantes, et notamment son article L 255-2. Dans la pratique, c'est essentiellement l'utilisation des normes rendues d'application obligatoire qui permet en France la mise sur le marché de la majorité des engrais et amendements organiques. L'ensemble de ces normes est consultable sur internet sur le site de l'Afnor : www.afnor.org. Pour les produits utilisables en agriculture biologique (c'est-à-dire cités à l'annexe I du règlement CE n° 889/2008), les normes concernées sont essentiellement la NF U 44-051 (amendements organiques), la NF U 44-551 (supports de cultures), et la NF U 42-001 (engrais organiques). Ceci ne signifie pas que tous les produits mentionnés dans ces normes sont utilisables en agriculture biologique (par exemple la NF U 42-001 mentionne des engrais organiques utilisables en AB, mais également des engrais minéraux de synthèse évidemment absents de l'annexe I du règlement CE n° 889/2008). A noter qu'aucun produit commercialisé sous la norme NF U 44-095 ne peut être utilisé en agriculture biologique car cette norme ne concerne que les amendements organiques contenant des MIATE (Matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux), c'est-à-dire des boues de station d'épuration des eaux, lesquelles ne figurent pas dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008.

Enfin, des fertilisants organiques en provenance des autres Etats membres peuvent être utilisés s'ils répondent au règlement européen CE n° 2003/2003 (mention Engrais CE), et bien entendu en même temps au règlement bio CE n° 889/2008.



B. Leclerc

▷ *Compost avant épandage au champ : c'est d'abord le sol que l'on amende, pas la culture qui suit l'apport*

## NE PAS CONFONDRE FERTILISATION DES CULTURES ET FERTILITÉ DES SOLS

Le principe de la fertilisation en agriculture biologique est de **« nourrir le sol pour nourrir la plante », et d'éviter à tout prix de « court-circuiter » le sol en amenant des engrais solubles directement assimilables par les végétaux.** Mais même en agriculture biologique où les engrais minéraux de synthèse sont interdits, cette tendance à vouloir apporter des engrais qui pourront être rapidement valorisés par les cultures existe bel et bien, et particulièrement en maraîchage, système de culture intensif où les récoltes se succèdent rapidement. L'utilisation d'engrais organiques à minéralisation rapide, notamment pour la nutrition azotée des légumes, est donc courante en agriculture biologique. Or nous verrons plus loin que **cette utilisation peut être source de problèmes sanitaires ou de qualité des récoltes.**

Mais dans l'objectif d'une gestion « en bon père de famille » de ses terres, ce qui importe aussi c'est de **concilier fertilisation des cultures et fertilité des sols.** La fertilité des sols est un acquis issu des conditions pédoclimatiques et de l'historique de la ferme, mais elle n'est pas figée : elle s'entretient et s'améliore. La fertilisation ne doit en aucun cas conduire à négliger cet entretien. Elle doit au contraire s'ancrer autant que possible dans cette notion de fertilité. L'anecdote suivante illustre ce propos. Dans les années 1980, le Grab[1] avait réalisé deux analyses de teneur en matière organique à trois années d'intervalle chez un maraîcher biologique. Le résultat de ces deux analyses avait montré une baisse de la teneur en matière organique… C'est une utilisation importante de farine de sang qui était

1 - *Groupe de recherche en agriculture biologique, basé à Avignon*

204105- Folio : q99 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



**⚠ AVERTISSEMENT**

**Dans ce chapitre c'est l'entrée « fertilité des sols » qui est privilégiée, la « fertilisation des cultures » étant détaillée légume par légume dans les fiches techniques du tome 2, notamment par rapport aux exportations en éléments minéraux pour chaque espèce citée.**

à l'origine de cette évolution : les rendements étaient corrects, les légumes ne manquant pas d'azote, mais l'entretien en matière organique du sol avait été négligé faute de restitutions suffisantes en matières organiques, la farine de sang ne contribuant pas à l'entretien humique du sol.

### Matières organiques et santé des plantes

L'amélioration des caractéristiques chimiques, physiques et biologiques des sols par des amendements organiques, en particulier des composts, crée bien sûr de meilleures conditions de croissance pour les plantes. Ces dernières sont ainsi moins stressées, ce qui les rend plus résistantes aux maladies. Mais en plus de leur action indirecte, **les composts peuvent,** suivant leur qualité microbiologique, **influencer directement la santé des plantes par l'action des micro-organismes antagonistes**[*2] **qu'ils contiennent**. Ces derniers agissent directement sur les agents pathogènes présents dans le sol en les concurrençant, les parasitant ou les inhibant. Même s'ils sont difficiles à mettre en évidence et ne peuvent à eux seuls prémunir une culture de tout problème sanitaire, ces mécanismes sont sans doute non négligeables en maraîchage, du fait des quantités importantes de composts couramment utilisés.

## AMENDEMENTS ORGANIQUES : POUR LA FERTILITÉ DU SOL

Le terme «amendements organiques» peut s'entendre de deux manières :

- une définition plutôt agronomique : un amendement organique est un produit qui «amende» une terre en matière organique. **Quel que soit le type d'amendement organique considéré, l'élément qu'il apporte le plus au sol n'est pas l'azote, le phosphore ou le potassium, mais le carbone, et notamment la liaison C-C, source d'énergie pour la vie du sol ;**
- une définition réglementaire : un amendement organique se définit également vis-à-vis de sa mise sur le marché, et notamment au travers de la norme NF U 44-051, puisque c'est sous cette norme que l'essentiel des amendements organiques sont mis sur le marché en France. Les définitions issues des normes permettent aussi de faire la distinction entre les «amendements organiques» (NF U 44-051) et les «engrais organiques» (NF U 42-001).

### *Distinction réglementaire entre amendement organique et engrais organique*

***Extrait de la norme NF U 44-051***

*« La présente norme n'est pas applicable aux matières fertilisantes organiques qui contiennent au moins 3 % sur Matière brute (MB) en l'un des éléments majeurs (N, $P_2O_5$, $K_2O$). Celles-ci sont considérées comme engrais. Les amendements organiques additionnés d'engrais doivent respecter ce critère.*

*Les amendements organiques doivent également respecter $N + P_2O_5 + K_2O < 7$ % sur MB.*

*Sauf pour les amendements organiques avec engrais, la somme des formes nitrique, ammoniacale et uréique ne doit pas dépasser 33 % de l'azote total, et le rapport C/N doit être supérieur à 8. »*

*2 - Antagoniste : se dit d'un champignon capable d'empêcher le développement de certains champignons pathogènes*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q100 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

Les amendements organiques suivants sont traités en détail dans ce chapitre : les lisiers, les fumiers, les composts de fumiers, les composts de déchets verts, les composts de biodéchets des ménages, les autres composts, les BRF et les amendements organiques du commerce.

# Lisiers

## Plus proches des engrais liquides que des amendements organiques

Les lisiers sont des mélanges de fèces et d'urines avec quelques déchets de litière ou d'aliments. **Leur composition chimique est soumise à une forte variabilité** liée à trois facteurs principaux de variation : l'espèce et l'âge de l'animal, la composition de l'alimentation, la conception des bâtiments.

## Les lisiers dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| **Excréments d'animaux liquides** | ▷ utilisation après fermentation contrôlée et/ou dilution appropriée,<br>▷ provenance d'élevages industriels interdite[3]. |

## Caractéristiques agronomiques

Etant donnée la variabilité de composition des lisiers, l'idéal est de pouvoir analyser le lisier utilisé. Voici cependant quelques moyennes de teneurs de différents lisiers (▷ **voir tableau 1** ◁) :

**Tableau 1 - Teneurs en matière sèche (MS), N total, $P_2O_5$ et $K_2O$ de différents lisiers, en kg par tonne de produit brut***

| Lisier de : | M.S. | N total | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| **Bovins, en système couvert*** | 110 | 4 | 2 | 5 |
| **Porcs à l'engrais** (lisier prélevé sous caillebotis) | 90 | 10 | 5 | 6 |

* la densité des lisiers étant proche de 1, on peut considérer que 1 t = 1 m³.
*Source : Leclerc, 2001*

L'aération du lisier peut permettre de limiter les pertes en azote total (généralement comprises entre 30 et 50 %) et de résoudre d'autres problèmes liés à l'emploi du lisier brut : odeur, germes pathogènes. Le principe consiste à aérer le milieu pour permettre le développement de micro-organismes aérobies.

## Action sur le sol

Bien qu'ils soient classés dans les amendements organiques car leur teneur totale en éléments fertilisants sur la matière brute n'est pas assez élevée, les lisiers sont plus à considérer comme des fertilisants des cultures plutôt que comme des amendements. En effet **ils apportent très peu de matière organique au sol et cette matière organique est très labile***. De plus les lisiers de porcs peuvent contenir beaucoup de cuivre et de zinc, apportés par l'alimentation des animaux et évacués en partie dans leurs fèces. Des apports réguliers de lisiers de porcs peuvent ainsi accroître à long terme les teneurs en zinc et en cuivre du sol.

*3 - Voir p. suivante la définition de la notion d'élevage industriel*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q101 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag





A. Coulombel

▷ *Fumier de bovins*

## Précautions à prendre en maraîchage

Si le lisier est apporté trop proche d'un semis ou d'une plantation, des risques de brûlures sont à craindre en raison de sa richesse en azote ammoniacal, en particulier sur les cultures sous abris. Afin d'écarter tout risque sanitaire, il faut également veiller à ce que le lisier ait été suffisamment bien aéré.

# Fumiers

## Des amendements riches en éléments minéraux

**Les fumiers sont, avec les lisiers, les amendements organiques qui sont les plus riches en éléments fertilisants directement assimilables par les végétaux.** En effet une partie de leur azote est sous forme minérale, nitrique et/ou ammoniacale, et le phosphore et le potassium qu'ils contiennent sont utilisables rapidement par les cultures.

## Les fumiers dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| **Fumier** | ▷ produit constitué par le mélange d'excréments d'animaux et de matière végétale (litière)<br>▷ provenance d'élevages industriels interdite |
| **Fumier séché et fiente de volaille déshydratée** | ▷ provenance d'élevages industriels interdite |

En l'absence de définition nationale ou communautaire d'un «élevage industriel» à l'heure où sont rédigées ces lignes[4], les organismes certificateurs français continuent d'utiliser la définition qui était autrefois utilisée pour la mention « Provenance des élevages hors sol interdite » dans le cadre du précédent règlement communautaire encadrant l'agriculture biologique (annexe II partie A du règlement CEE/2092/91 modifié, 3° et 4° tirets) :

> *«1. Effluents de systèmes d'élevage où les animaux sont la plupart du temps empêchés de se mouvoir librement sur 360 ° ou maintenus dans l'obscurité ou privés de litière, y compris notamment :*
> ▷ *les systèmes d'élevage en batterie, qu'il s'agisse de volailles ou d'autres animaux,*
> ▷ *les unités de poulets d'engraissement lorsqu'elles ont une charge supérieure à 25 kg par m².*
>
> *ET*
>
> *2. Effluents d'élevage indépendant de toute autre activité agricole sur l'exploitation. Ce type d'élevage est mis en place dans des structures n'ayant aucune superficie agricole destinée aux productions végétales et permettant de procéder à l'épandage des effluents.»*

## Des teneurs variables en éléments minéraux selon les animaux

La composition des fumiers varie d'une espèce animale à l'autre (▷ **voir tableau 2** ◁). Les fumiers les plus riches sont les fumiers de volailles, suivis des fumiers de porcs (sauf pour le potassium). Les fumiers d'ovins sont les plus riches en potassium.

4 - *Il existe bien une définition inscrite au Codex Alimentarius des « exploitations agricoles industrielles », lesquelles désignent « les systèmes de gestion industriels fortement tributaires d'intrants vétérinaires »*

204105- Folio : q102 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

**Tableau 2 - Teneurs en matière sèche (MS), N total, $P_2O_5$ et $K_2O$ de différents fumiers, en kg par tonne de produit brut**

| Fumier de : | M.S. | N total | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| Vaches laitières* | 220 | 5,8 | 2,3 | 9,6 |
| Ovins | 300 | 6,7 | 4 | 12 |
| Porcs** | 330 | 7,2 | 7 | 10 |
| Caprins | 450 | 6,1 | 5,2 | 7 |
| Chevaux | 540 | 8,2 | 3,2 | 9 |
| Poulets de chair | 750 | 29 | 25 | 20 |

* fumier très compact de litière accumulée
** fumier de litière accumulée sur paille

*Source : d'après différents instituts techniques, cités par Leclerc, 2001*

## Action sur le sol

La fraction litière des fumiers, en général constituée de paille de céréales, est peu dégradée au moment de l'apport du fumier. **Les fumiers provoquent donc une augmentation importante de l'activité biologique du sol, en comparaison d'un compost issu du même fumier,** mais surtout en comparaison d'autres composts plus ligneux comme les composts de déchets verts. Cependant, cette activité biologique ne risque pas de provoquer de faim d'azote* car les excréments contenus dans le fumier contiennent suffisamment d'azote facilement disponible pour assurer la dégradation de toute la cellulose contenue dans la paille. L'activité microbiologique liée à cette dégradation dans le sol se traduit par la formation de colle organique, ce qui entraîne une augmentation de la stabilité structurale par la création de complexes organo-minéraux. L'apport de fumier favorise aussi l'activité des vers de terre et donc les propriétés du sol liées à leur activité (drainage, aération, enrichissement de la terre en éléments minéraux assimilables... ▹ **Plus de détails au chapitre 1-2** ◃.

## Précautions à prendre en maraîchage

Les fumiers sont intéressants en cultures légumières car ils apportent des éléments fertilisants et accroissent l'activité biologique des sols. Ils présentent cependant certains inconvénients, notamment vis-à-vis des légumes-racines :

- ▹ ils peuvent favoriser le développement de certaines maladies cryptogamiques,
- ▹ ils peuvent entraîner la déformation des racines (carottes fourchues),
- ▹ ils peuvent être source d'apport de graines d'adventices en particulier si du vieux foin a été utilisé comme litière,
- ▹ en cas d'enfouissement trop profond en sol très argileux, ils peuvent créer des zones d'anoxie*[5] préjudiciables au développement racinaire et à l'activité biologique aérobie.

**Pour les légumes-racines il sera donc préférable d'apporter plutôt des composts,** ou de fertiliser uniquement la culture précédente dans la rotation.

*5 - Anoxie : état d'un milieu privé d'oxygène ; dans le sol les zones d'anoxie sont défavorables au développement racinaire et à l'activité biologique*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q103 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag





B. Leclerc

▷ *Retourneur d'andain permettant une aération efficace du tas*

# Composts de fumiers

## Des amendements organiques très bien adaptés au maraîchage

**Les composts de fumiers sont mieux adaptés aux cultures légumières que les fumiers bruts :** plus riches en éléments fertilisants (concentration pendant le compostage), minéralisation plus progressive de l'azote, produits homogènes faciles à épandre, assainis notamment en graines d'adventices et germes pathogènes éventuels. Cependant pour les cultures exigeantes en azote, les fumiers bruts peuvent être plus intéressants que s'ils sont compostés car ils fourniront plus d'azote.

## Les composts de fumiers dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| **Compost d'excréments d'animaux solides, y compris les fientes de volaille et les fumiers compostés** | ▷ Provenance d'élevages industriels interdite |

## Des teneurs variables selon le type de fumier composté

La composition des composts de fumiers reflète en premier lieu les différences qui existent entre fumiers d'espèces animales différentes. Ainsi les composts de fumiers les plus riches sont les composts de fumiers de volailles, suivis des composts de fumiers de porcs (▷ **voir tableau 3** ◁).

**Tableau 3 - Composition des composts de fumiers et comparaison avec du compost de déchets verts, en kg/t de produit brut**

| Composts de fumiers de : | M.S. | M.O. | N total | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Bovins (1) | 330 | 210 | 8 | 5 | 14 |
| Ovins | 360 | 260 | 11,5 | 7 | 23 |
| Porcins (2) | 317 | - | 7,6 | 10,2 | 14,7 |
| Porcins (3) | 327 | - | 11 | 18,3 | 20,8 |
| Volailles (4) | 780 | 577 | 24,9 | 28 | 25 |
| Compost de déchets verts | 590 | 270 | 8 | 4 | 8 |

(1) moyenne de 18 composts à 2 mois, 2 aérations à J8 et J15
(2) litières accumulées
(3) litières raclées
(4) composté 6 mois

*Source : Leclerc, 2001*

**Les composts de fumiers sont plus riches en éléments fertilisants, notamment en potassium, que les composts de déchets verts.** D'autre part, l'azote des composts de déchets verts, même s'il atteint une teneur équivalente à celle des composts de fumiers de bovins, est très peu disponible.

204105- Folio : q104 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Concentration en éléments minéraux pendant le compostage...

Le compostage se traduisant par une réduction de masse de 50 % environ, due au dégagement de $CO_2$ (provenant majoritairement de la minéralisation de la cellulose) et de vapeur d'eau, les éléments minéraux contenus dans le fumier ont tendance à se concentrer pendant le compostage, s'ils ne sont pas perdus (▷ **voir paragraphe suivant** ◁). Ainsi **la teneur en éléments fertilisants majeurs, NPK, peut quasiment doubler dans le compost par rapport au fumier d'origine** (▷ **voir tableau 4** ◁).

**Tableau 4 - Comparaison entre fumier de bovin composté ou non, en kg/t de produit brut**

| | M.S. | M.O. | N total | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Compost de fumier de bovin | 330 | 210 | 8 | 5 | 14 |
| Fumier de bovin * | 180 - 220 | 150 - 180 | 5 - 6 | 1,7 - 2,3 | 6 - 9,5 |

* fourchette selon le type de stabulation

## ...mais des pertes importantes possibles en azote et en potasse

Les pertes possibles au cours du compostage concernent essentiellement l'azote et le potassium. Pour l'azote, le risque principal est une perte sous forme ammoniacale ($NH_3$) lorsque le fumier d'origine est riche en azote (donc principalement les fumiers de volailles) et que le tas est retourné souvent pendant sa phase thermophile. A chaque retournement, les quantités d'azote ammoniacal dégagées peuvent être très importantes, jusqu'à représenter sur toute la période de compostage la moitié de l'azote total présent au départ dans le fumier.
Concernant le potassium, c'est en fin de maturation, si le tas est laissé trop longtemps au lessivage des pluies, que les pertes peuvent être importantes, car le potassium est en solution dans la phase liquide et peut donc être facilement entraîné par l'eau de percolation qui traverse le tas. Ces pertes peuvent, comme pour l'azote, être très importantes et représenter jusqu'à la moitié du potassium présent initialement dans le fumier.

Pour limiter ces pertes, il est préférable de couvrir le tas lorsque celui-ci a atteint sa phase de maturation, surtout sous climat pluvieux.
Quant au phosphore, les pertes ne se produisent que par entraînement direct d'éléments solides du compost car le phosphore n'est pas présent sous forme gazeuse ni en solution. Ces pertes sont donc toujours très limitées.



B. Leclerc

▷ *Dans les climats très pluvieux, le déploiement d'une bâche est recommandé pour protéger le tas de compost pendant sa phase de maturation*

## Action sur le sol et durée du compostage : composts « jeune » et « mûr »

Lorsqu'on évoque les composts de fumiers, il est important de distinguer deux types de composts en fonction de leur évolution. La ▷ **figure 1** ◁ illustre les principales différences entre un compost que l'on peut qualifier de «jeune», et un compost plus âgé, souvent qualifié de «mûr».

▷ **compost jeune (environ un mois)**
Sur la ▷ **figure 1** ◁, on remarque qu'en fin de phase thermophile, soit après environ un mois de compostage pour un fumier de bovins ayant subi deux voire trois retournements, c'est essentiellement la cellulose contenue dans les pailles qui a été dégradée. Avec le départ d'une partie de l'eau, la dégradation de cette cellu-

204105- Folio : q105 - Type : qINT-204105 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

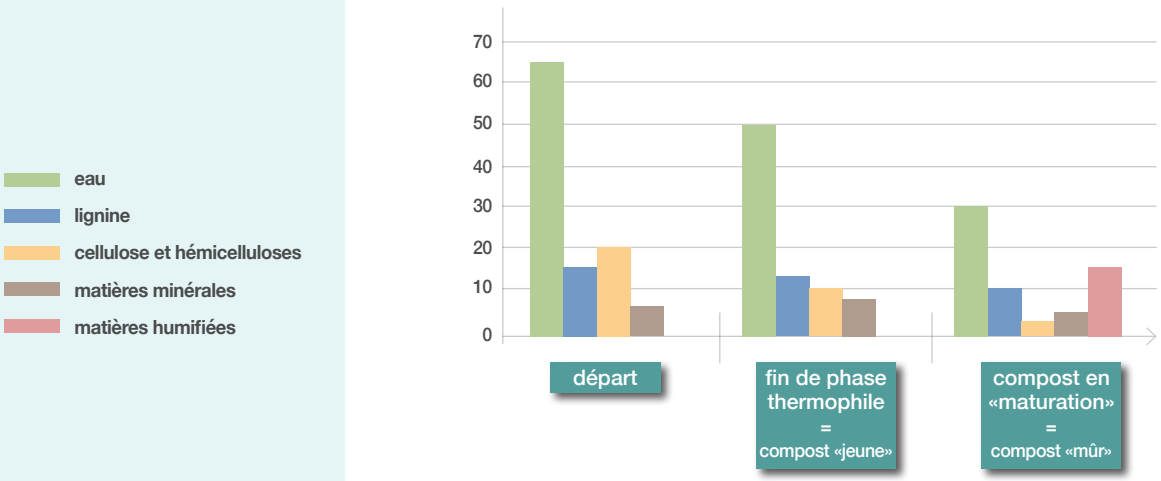


lose représente une perte en poids de la moitié de la masse originelle. Ce compost «jeune» est caractérisé par une structure relativement homogène par rapport au fumier d'origine, qui en facilite l'épandage et l'incorporation au sol. De plus c'est un produit qui permet le développement d'une activité biologique plus importante qu'un compost plus âgé. C'est donc **un produit idéal pour augmenter la stabilité structurale sur le court terme** (quelques semaines à quelques mois).

▷ **compost mûr (minimum trois mois)**

Le compost dit en maturation, au minimum âgé de 3 mois, voit sa teneur en cellulose continuer de baisser, mais également sa teneur en lignine, cette dernière donnant naissance, par des processus d'humification, à un nouveau compartiment riche en composés humiques. Ce type de compost, pour lequel on a laissé le temps aux populations de champignons de fabriquer ces substances humiques (c'est la phase dite de «maturation») a donc acquis des propriétés différentes du compost «jeune». En effet ces substances humiques vont mettre beaucoup plus de temps à se dégrader dans le sol une fois que le compost y sera incorporé, de sorte que **ce compost «mûr» sera plus efficace pour remonter la teneur totale en carbone organique du sol. Il jouera donc un rôle important sur les propriétés du sol liées au stock de carbone (capacité de rétention en eau, CEC),** particulièrement recherchées dans les sols sableux.

**Figure 1 – Evolution des différents compartiments au cours du compostage (poids des différents compartiments en % de la masse de départ)**




## Précautions à prendre en maraîchage

Les composts de fumiers sont bien adaptés aux cultures légumières. Attention toutefois aux doses utilisées pour les composts les plus riches en éléments minéraux, en particulier ceux à base de fientes de volailles, qui peuvent apporter trop d'azote ou de phosphore par rapport aux besoins des légumes. Pour les autres composts **il est possible de choisir sa durée de compostage en fonction du type de sol et notamment de sa texture (compost plus mûr pour les sols riches en sable, plus jeune pour les sols limono-argileux ou argileux).** La faculté germinative des graines d'adventices est détruite pendant le compostage, mais il faut bien sûr veiller à ce que de nouvelles graines, apportées notamment par le vent, ne viennent pas contaminer le tas une fois celui-ci prêt à être utilisé.

204105- Folio : q106 - Type : qINT-204105 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Faire son propre compost

*L'intérêt de faire son compost soi-même est de pouvoir suivre tout le processus et donc de vérifier que le compostage est correctement réalisé.* ***Faire son compost ne s'improvise pas et le compostage ne peut en aucun cas être assimilé à un tas de fumier laissé dans un coin sans manipulation ou à un épandage de fumier en surface du sol.*** *Le processus de compostage est défini dans le guide de lecture pour l'application des règlements CE n° 834/2007 et CE n° 889/2008 de la CNAB-INAO (2010) :*

***« Le processus de compostage est une transformation contrôlée en tas, qui consiste en une décomposition aérobie de matières organiques d'origine végétale et/ou animale*** *hors matières relevant des déchets animaux au sens de l'arrêté du 30 décembre 1991 (et les arrêtés suivants).*

*L'opération de compostage vise à améliorer le taux d'humus. Elle est caractérisée à la fois par :*

- *une élévation de température,*
- *une réduction de volume,*
- *une modification de la composition chimique et biochimique,*
- *un assainissement au niveau des pathogènes, des graines d'adventices et de certains résidus.*

*Elle doit comporter un ajout de matière carbonée et un ajustement de la teneur en eau, si nécessaire (*).*

*Ni le dépôt de fumier stocké par simple bennage, ni le compostage dit de surface (épandage de fumier sur le sol plus incorporation superficielle) ne peuvent être assimilés à un compostage. »*

*(*) = L'ajout de matière carbonée doit se faire pour obtenir un bon compostage – Les fientes mises en tas ou le stockage de déjections liquides sans support carboné ne constituent pas une opération de compostage.*



B. Leclerc

▷ *Le suivi de la température est un moyen simple de s'assurer d'un compostage correct*

## Pour aller plus loin

*Leclerc B. 2001. Guide des Matières Organiques. Itab. Tome 1.*
*Luxen P., Godden B. & Rabier F., 2012. Le compostage des fumiers, une technique de valorisation des matières organiques en agriculture. Les livrets de l'agriculture, n° 20, SPW éditions, Wallonie.*
*Mustin M. 1987. Le compost. Editions François Dubusc.*
*Soltner D. 2006. Aujourd'hui les composts pour une autre agriculture. Ed. STA*

## Composts de déchets verts (DV)

Les déchets verts représentent les 2/3 des déchets organiques compostés en France sur des plateformes industrielles. La production de déchets verts est très saisonnière : beaucoup plus importante au printemps et en été, elle est sensiblement réduite en période hivernale. Par ailleurs, les déchets générés en hiver sont plus ligneux (élagages) qu'en été (tontes).




B. Leclerc

▷ *Les composts de déchets verts sont efficaces pour relever le taux de matière organique du sol*

204105- Folio : q107 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



## Le compost de déchets verts dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| **Mélange composté ou fermenté de matières végétales** | ▷ Produit obtenu à partir de mélanges de matières végétales, soumis à un compostage ou une fermentation anaérobie en vue de la production de biogaz |

## Intérêts agronomiques

**Les composts de déchets verts (DV) sont surtout intéressants pour leur richesse en matières organiques.** Ils sont par contre moins riches en éléments fertilisants que les composts de fumiers. **Ils peuvent cependant être relativement riches en calcium,** dont les teneurs varient selon la nature des végétaux compostés et les régions (▷ **voir tableau 5** ◁) :

**Tableau 5 - Caractéristiques agronomiques des composts de déchets verts, en % de matière brute**

| | % de la MB (Moyenne*) | Coeff. variation** | | % de la MB (Moyenne*) | Coeff. variation** |
|---|---|---|---|---|---|
| Matières sèches | 59 | 14 % | Potassium ($K_2O$) | 0,8 | 26 % |
| Matières organiques | 27 | 23 % | Calcium (CaO) | 4,6 | 51 % |
| Azote total | 0,8 | 18 % | Magnésium (MgO) | 0,4 | 37 % |
| Azote ammoniacal | 0,1 | 40 % | pH | 8,4 | 8 % |
| Phosphore ($P_2O_5$) | 0,4 | 27 % | | | |

* 45 plateformes en France métropolitaine
** Coefficient de variation, en % = (écart-type / moyenne) x 100
*Source : Ademe*



*B. Leclerc*

▷ *Pour obtenir les plus faibles teneurs possibles en éléments traces métalliques, la qualité du tri en amont est primordiale*

## Minéralisation très faible de l'azote

La minéralisation de l'azote des composts de DV l'année de l'apport est en moyenne de 2 % de l'azote organique du produit, ce qui est très faible (Ademe, 2007). Ainsi dans l'hypothèse d'un apport de 20 tonnes de composts de déchets verts à l'ha, pour une concentration en azote organique de 1,4 % sur sec, la minéralisation de cet azote représenterait à peine 3 kg d'azote à l'ha (20 000 kg x 59 % x 1,4 % x 2 %).
Par comparaison, on peut citer les chiffres de 20 % à 40 % d'azote minéralisé dans l'année de l'apport pour du compost de fumier de bovins. Sur le long terme néanmoins, une minéralisation de l'azote plus importante est possible.

## Teneurs faibles en éléments traces métalliques (ETM)

Une étude de l'Ademe réalisée en 2007[6] sur 45 échantillons montre qu'en moyenne générale toutes les teneurs sont inférieures aux seuils de la norme NF U 44-051 (▷ **voir tableau 6** ◁). Cependant sur quelques plateformes de compostage ces seuils sont dépassés (une pour l'arsenic et une pour le plomb). Ces teneurs restent très inférieures à celles rencontrées dans les composts de boues de STEP[7] (interdits en agriculture biologique).

6 - *« Audit des plateformes de compostage de déchets organiques en France avec analyses de composts, d'eaux de ruissellement et bilan des aides Ademe au compostage des déchets verts » (Marché Ademe n° 0306C0057)*

7 - *STEP : station d'épuration*

204105- Folio : q108 - Type : qINT-204105 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

**Tableau 6 - Teneurs en éléments traces métalliques des composts de déchets verts** (45 échantillons)**, comparaison avec la norme NF U 44-051, en mg/kg MS**

| Élément | Teneur moyenne | Coeff. var.* | Valeurs limites (Norme NFU 44-051) |
|---|---|---|---|
| Arsenic | 5 | 48 % | 18 |
| Cadmium | 0,2 | 169 % | 3 |
| Chrome | 18 | 25 % | 120 |
| Cuivre | 49 | 22 % | 300 |
| Mercure *(44 échantillons)* | 0,06 | 204 % | 2 |
| Plomb *(44 échantillons)* | 60 | 28 % | 180 |
| Nickel | 12 | 22 % | 60 |
| Sélénium | 0 | - | 12 |
| Zinc | 145 | 29 % | 600 |

* Coefficient de variation, en % = (écart-type / moyenne) x 100

*Source : Ademe, 2007*

## Action sur le sol

La matière organique apportée par les composts de DV étant relativement stable (ISB[8] moyen de 0,53), **c'est un amendement qui permet d'entretenir, voire d'augmenter facilement le taux de matière organique du sol.** Parmi les cinq amendements organiques testés dans l'essai longue durée de la SERAIL, le compost de DV est celui qui augmente le plus facilement la teneur en matière organique du sol, et donc les propriétés qui y sont liées (CEC, réserve utile)[9]. Ces résultats sont confirmés par ceux d'un autre essai longue durée réalisé à l'Inra d'Alénya[10]. **L'effet agronomique d'un apport de compost de déchets verts est donc à rechercher plutôt sur le long terme. Un apport tous les 2 ou 3 ans est préférable à des apports annuels** (diminution des coûts d'épandage et effet très limité l'année de l'apport).

## Précautions à prendre en maraîchage

La principale précaution à prendre en maraîchage est d'éviter une mobilisation de l'azote du sol suite à l'apport d'un compost de déchets verts trop jeune. Un compost dont la phase de maturation est suffisamment longue (minimum 6 mois) ne conduira pas à un tel blocage, mais un compost plus jeune peut mobiliser de l'azote du sol après son enfouissement. Il est donc important de **veiller à ce que le lot livré corresponde à un compost bien «mûr», beaucoup de plateformes de compostage ayant tendance à livrer des composts trop jeunes** car leur surface de traitement et de stockage avaient été sous-estimées au moment de leur création. Dans l'étude nationale précitée (Ademe, 2007), la valeur moyenne de l'ISB des 45 échantillons analysés est de 0,53, mais elle cache une fourchette allant de 0,33 à 0,88, révélant une grande hétérogénéité entre les plateformes. Outre l'âge à laquelle le compost est livré, de grandes variations concernent les végétaux d'origine, en fonction des régions et des saisons. Le compost ne doit pas contenir trop d'essences végétales riches en terpènes (thuya,...).

Un autre critère de qualité est la taille de la maille de criblage utilisée en fin de compostage : plus la maille est fine, plus le compost sera pauvre en matière organique mais riche en éléments fertilisants. Des composts criblés trop grossièrement

*8 - Indice de stabilité biologique,* ▹ ***voir encadré plus loin «outils de caractérisation biochimique des amendements organiques»*** ◃

*9 - Dragon, 2009*

*10 - Bressoud et Parès, 2011*

204105- Folio : q109 - Type : qINT-204105 29/10/2015 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta





B. Leclerc

▷ *Cribleur pour affiner le compost de déchets verts. Au premier plan, refus de criblage*

(maille > 40 mm) contiendront des morceaux de bois un peu trop gros, qui mettront très longtemps à se dégrader dans le sol, et pourront gêner la croissance de certains légumes (ex. : carottes).

Enfin il est toujours utile de vérifier le respect de la norme NF U 44-051, notamment concernant les valeurs limites en ETM (▷ **voir tableau 6** ◁).

## Composts de biodéchets des ménages

Les composts de biodéchets des ménages sont issus de la collecte sélective de la partie fermentescible des ordures ménagères. Ils sont essentiellement constitués des restes de repas et de leur préparation, et d'autres déchets organiques ménagers tels que mouchoirs en papier, déchets de plantes, etc. Ils sont souvent compostés en mélange avec des structurants, principalement des déchets verts, car leur humidité est élevée.

### Les composts de biodéchets des ménages dans l'annexe I du règlement CE n°889/2008 modifiée par le règlement d'exécution (UE) n°354/2014

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| **Mélange composté ou fermenté de déchets ménagers** | ▷ produit obtenu à partir de déchets ménagers triés à la source, soumis à un compostage ou une fermentation anaérobie en vue de la production de biogaz<br>▷ uniquement déchets ménagers végétaux et animaux<br>▷ doit être produit dans un système de collecte fermé et contrôlé, accepté par l'Etat membre<br>▷ teneurs maximales en mg/kg de matière sèche : cadmium : 0,7 - cuivre : 70 - nickel : 25 plomb : 45 - zinc : 200 - mercure : 0,4 chrome (total) : 70 - chrome (VI) : non détectable |

Les composts de biodéchets des ménages, appelés aussi «déchets ménagers compostés» sont les seuls amendements organiques de l'annexe I du règlement CE n° 889/2008 pour lesquels une exigence de qualité est demandée concernant les seuils limites en ETM. De plus, cette exigence va bien au-delà de celle de la norme NF U 44-051 que doivent respecter tous les amendements organiques mis sur le marché en France, puisque les seuils limites en ETM sont en moyenne de 2 à 5 fois plus faibles dans le règlement CE n° 889/2008.

### Caractéristiques agronomiques des composts de biodéchets des ménages

**Ils sont plus riches en éléments fertilisants que les composts de déchets verts** (▷ **voir tableau 7** ◁), et présentent un ISB moyen plus faible que celui des composts de déchets verts : 0,48 au lieu de 0,53 (Ademe, 2007). **Par contre l'azote des composts de biodéchets est encore moins disponible que celui des composts de déchets verts** et peut même produire une mobilisation de l'azote du sol après son enfouissement. Cette mobilisation est sans doute due à une teneur plus élevée en cellulose que dans les composts de déchets verts, cellulose encore présente au moment de l'apport si la maturation sur la plateforme de compostage n'est pas suffisamment longue.

204105- Folio : q110 - Type : qINT-204105 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

**Tableau 7 - Caractéristiques agronomiques des composts de biodéchets des ménages, comparaison avec les composts de déchets verts, en % de matière brute.**

| | Compost de biodéchets des ménages (15 plateformes) | | Rappel données composts de déchets verts (45 échant.) |
|---|---|---|---|
| | Moyenne | Coeff. var.* | Moyenne |
| Matières sèches** | 63 | 11 % | 59 |
| Matières organiques | 26 | 27 % | 46 |
| Azote total | 0,9 | 25 % | 1,4 |
| Phosphore ($P_2O_5$) | 0,6 | 45 % | 0,6 |
| Potasse ($K_2O$) | 1,0 | 24 % | 1,4 |
| Calcium | 5,1 | 40 % | 7,8 |
| Magnésium | 0,5 | 38 % | 0,7 |
| pH | 8,3 | 6 % | 8,4 |

* Coefficient de variation, en % = (écart-type / moyenne) x 100
** en % de MB

*Source : Ademe, 2007*

## Teneurs en éléments traces métalliques (ETM)

Les teneurs en ETM des composts de biodéchets des ménages sont en moyenne plus élevées que celles des composts de déchets verts (▷ **voir tableau 8** ◁). Le cuivre, le plomb et le zinc sont les éléments les plus problématiques, mais certaines plateformes de compostage arrivent cependant à produire des lots qui respectent les seuils du règlement CE n° 889/2008 pour tous les ETM.

**Tableau 8 - Teneurs en éléments traces métalliques des composts de biodéchets des ménages (mg/kg de MS) (Ademe, 2007)**

| Élément | Données Ademe 2007 (15 échantillons) | | Seuils réglementaires | |
|---|---|---|---|---|
| | Moyenne | Coeff. var.* | RCE n° 889/2008 | Rappel N FU 44-051 |
| Arsenic | 7 | 110 % | - | 18 |
| Cadmium | 0,3 | 115 % | 0,7 | 3 |
| Chrome | 24,5 | 40 % | 70 | 120 |
| Cuivre | **76** | 51 % | 70 | 300 |
| Mercure | 0,1 | 126 % | 0,4 | 2 |
| Plomb | **77** | 23 % | 45 | 180 |
| Nickel | 16 | 41 % | 25 | 60 |
| Sélénium | 0 | - | - | 12 |
| Zinc | **202** | 36 % | 200 | 600 |

* Coefficient de variation, en % = (écart-type / moyenne) x 100

204105- Folio : q111 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



### Action sur le sol

Il existe peu d'essais agronomiques réalisés avec ce type de compost, qui est relativement récent en France. On peut citer l'essai conduit par la Chambre d'agriculture du Lot-et-Garonne, sur grandes cultures et salades[11], dont les principaux résultats sont les suivants :

- **concernant son innocuité**
  - le non dépassement de la norme nitrates pour les salades,
  - les teneurs en composés traces organiques du sol n'ont pas augmenté.
- **concernant sa valeur agronomique**
  - plus on apporte de compost, plus le poids des salades augmente,
  - en prenant en compte l'efficacité économique, mieux vaut préconiser des doses autour de 10-20 t/ha de compost,
  - plus on apporte de compost, plus la matière organique et la biomasse microbienne du sol augmentent.

### Précautions à prendre en maraîchage

Il est impératif de disposer de l'analyse des ETM de chaque lot de compost acheté pour vérifier que les teneurs en ETM ne dépassent pas les seuils fixés à l'annexe I du règlement CE n° 889/2008. D'un point de vue agronomique le facteur à surveiller de près est le risque d'immobilisation de l'azote après l'apport.

## Autres composts

Le règlement autorise quatre autres types de composts. Ils peuvent être d'origines très variées, notamment les «mélanges compostés ou fermentés de matières végétales», qui incluent tous les résidus compostés de diverses activités agricoles ou agroalimentaires (marcs de raisin par exemple).

### Les autres composts dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| Compost de champignonnières | la composition initiale du substrat doit être limitée à des produits de l'annexe I |
| Déjection de vers (lombricompost) et d'insectes | |
| Mélange composté ou fermenté de matières végétales | produit obtenu à partir de mélanges de matières végétales, soumis à un compostage ou une fermentation anaérobie en vue de la production de biogaz |
| Ecorces compostées | bois non traités chimiquement après abattage |

11 - *Duprat-Invernizzi et al., 2006*

204105- Folio : q112 - Type : qINT-204105 29-11-05 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

# Bois raméaux fragmentés (BRF)

Le nom et la description de «bois raméal fragmenté» furent donnés en 1986 au Québec. Le terme de bois raméal se réfère aux rameaux / branches ayant moins de 7 cm de diamètre. Ces petites branches ne sont pas utilisées comme bois de chauffage.

De nombreux essais ont lieu dans différentes régions du monde depuis une vingtaine d'années. Cependant, mises à part quelques expériences isolées (notamment en France celle de Jacques Dupéty[12], en Belgique celle du CTA[13] et plus récemment en Rhône Alpes -ADABio- et dans les Chambres d'agriculture du Gard et de Bretagne), cette technique avait jusqu'à présent fait peu d'émules en Europe.



B. Leclerc

▷ *Dans la technique des BRF, les broyats de conifères doivent être limités à 20 % en volume*

## Principes de base de la technique[14]

### Essences d'arbres à utiliser

Certaines essences sont dégradées rapidement (en quelques mois) par le sol, d'autres prennent quelques années. En climats froid ou tempéré, les conifères génèrent un mécanisme de blocage de la pédogénèse*[15]. Leur lignine, une fois dans le sol, produit une grande quantité de polyphénols inhibiteurs de la vie du sol. Le bois raméal de conifères doit donc être évité ou limité à 20 % en volume sous ces climats.

### Parties de l'arbre à utiliser

Le rapport carbone/azote du bois raméal varie de 30 à 170, tandis que celui du bois caulinaire (tronc) va de 400 à 750. **La concentration en nutriments essentiels (N, P, K, Ca, Mg) diminue quand le diamètre des branches croît.** Elles atteignent leur minimum avec des branches de 7 cm et plus ; par conséquent les branches ayant un diamètre de plus de 7 cm ont un intérêt moindre avec peu de bénéfice pour le sol. Les branches de 7 cm de diamètre et moins sont donc les meilleures pour la fragmentation.

### Incorporation au sol

Dans les sols cultivés, **il est très important de herser le BRF avec les cinq premiers centimètres du sol pour en faciliter la dégradation,** notamment par le maintien d'une humidité nécessaire à la multiplication des champignons basidiomycètes (humidité optimale de 60 à 100 %).

## Les BRF dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| Sciures et copeaux de bois | ▷ Bois non traités chimiquement après abattage |

Les BRF ne sont pas explicitement cités dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008. Par défaut les organismes de contrôle les classent dans la dénomination «sciures et copeaux de bois».

*12 - Jacques Dupéty expérimente la technique sur sa ferme dans les causses du Quercy depuis 2003 : http://fermedupouzat.free.fr/*

*13 - voir www.ctastree.be/BRF/indexbrf.htm*

*14 - D'après Caron & Gilles Lemieux, 1999*

*15 - Pédogénèse : formation des sols au cours du temps*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q113 - Type : qINT-20140505 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



## Action sur le sol

**Le stockage du carbone organique**
Comme la plupart des amendements organiques, les BRF permettent un stockage de carbone dans le sol, d'autant plus qu'ils sont riches en lignine.

**Une meilleure résistance à la sécheresse**
Les principaux décomposeurs des lignines étant les champignons, ce sont ces derniers qui sont avant tout stimulés après un apport de BRF. Les filaments mycéliens qui se développent en grand nombre permettent le stockage et le transport de l'eau dans tout le volume du sol colonisé par les champignons. La résistance à la sécheresse est ainsi fortement augmentée, complétée également par l'effet paillage des BRF qui sont restés proches de la surface.

**Moins de maladies**
Le développement important des champignons lignolytiques*[16] pourrait expliquer la moindre pression de certains champignons pathogènes du sol, ces derniers devenant minoritaires parmi la population fongique du sol.

## Précautions à prendre en maraîchage

La première précaution à prendre est vis-à-vis du risque de faim d'azote*. Ce risque peut être décalé dans le temps et ne pas intervenir juste après l'apport, comme c'est le cas en général après un enfouissement de paille. Dans le cas des BRF, il faut un certain temps avant que les champignons puis les bactéries ne se développent suffisamment pour mobiliser l'azote minéral disponible dans le sol. **C'est donc plusieurs mois après l'apport de BRF, voire la saison suivante, que la faim d'azote* peut se manifester.**
L'autre risque concerne la gêne possible du développement de certains légumes-racines en raison de morceaux de bois trop grossiers qui peuvent mettre plusieurs années à se dégrader dans le sol.
Enfin, les premiers résultats des expérimentations françaises conduites en maraîchage montrent une tendance à l'augmentation des plantes adventices avec l'emploi du BRF.

# Amendements organiques du commerce

Ce terme regroupe les amendements organiques proposés par des professionnels de la vente de fertilisants. Ils transforment de grandes quantités de matières organiques d'origine agricole (récupération de fumiers) et/ou urbaine (déchets végétaux), ce qui leur permet de proposer des produits relativement constants dans leur composition tout au long de l'année. Par contre il est difficile d'avoir des références agronomiques précises sur de tels produits car ces dernières sont le plus souvent obtenues sur un produit brut simple et non sur le mélange opéré par le fabricant. Les nouveaux outils de caractérisation des amendements organiques (minéralisation de l'azote et du carbone, CBM, ISB et maintenant ISMO[17]) permettent néanmoins de prédire le comportement de ces amendements organiques.

## Marquage

Le marquage est obligatoire pour toute commercialisation d'amendements organiques. Ainsi, conformément à la réglementation en vigueur, l'étiquette, l'emballage ou le document d'accompagnement réglementaire dans le cas d'une livraison en vrac portent, à l'exclusion de toutes autres, les indications suivantes.

*16 - Lignolytique : se dit des organismes capables de dégrader les molécules de lignine*

*17 - ▹ **Voir explications de ces différents indices dans l'encadré plus loin «Outils de caractérisation biochimique des amendements organiques»** ◃*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q114 - Type : qINT-20140505 13:43:28
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Extrait de la réglementation sur les amendements organiques du commerce

***Marquage obligatoire***

1) *Le terme «AMENDEMENT ORGANIQUE» en lettres capitales, suivi de la référence à la présente norme «NF U 44-051» ;*
2) *La dénomination du type telle qu'elle figure à l'article 4 de la présente norme. Pour les amendements organiques avec engrais (...), faire suivre la mention «avec engrais» de la dénomination du type de l'engrais, de sa référence à la réglementation engrais en vigueur pour la mise sur le marché et de la quantité apportée en g/kg ou kg/t de produit brut ;*
3) *La liste des matières premières représentant plus de 5 % en masse sur le produit brut avant mélange, et/ou avant transformation, par ordre décroissant d'importance sur matière sèche. Pour les dénominations 1, 2 et 3, préciser la ou les espèces animales concernées*

*Pour la dénomination 5, spécifier le cas échéant «collectés sélectivement» et/ou «obtenus par tri mécanique» ;*

4) *Les teneurs déclarées en matière sèche, en matière organique, en azote total et en azote organique non uréique, exprimées en pourcentage de masse sur produit brut ;*
5) *Le rapport C/NTotal (avec C = MO/2) ;*
6) *Le pourcentage en masse de produit brut pour des teneurs supérieures ou égales à 0,5 % de phosphore total, exprimé en $P_2O_5$, de potassium total, exprimé en $K_2O$, de magnésium, exprimé en MgO, et pour les composts de champignonnière, le calcium exprimé en CaO ;*
7) *Pour les produits contenant les oligo-éléments cuivre et zinc à des teneurs supérieures aux seuils respectifs de 300 mg/kg MS et 600 mg/kg MS (...), doivent apparaître les teneurs sur matière brute et la mention «produit contenant des oligo-éléments ; ne pas dépasser la dose préconisée» ;*
8) *La(les) dose(s) d'emploi préconisée(s) exprimée(s) en masse de produit brut par unité de surface (pour les plantations, exprimée(s) par unité de volume) et les autres indications spécifiques d'emploi, de stockage et de manutention, notamment les consignes d'hygiène et de sécurité. (...) ;*

***Marquage facultatif***

1) *La marque du fabricant, la marque du produit, les dénominations commerciales et, le cas échéant, toute marque de garantie et/ou de certification ;*
2) *Le mode d'obtention dont le type de transformation et le traitement le cas échéant ;*
3) *Des matières premières représentant moins de 5 % en masse sur le produit brut, avec la mention «moins de 5 %» ;*
4) *Le pH ;*
5) *La composition granulométrique, exprimée en pourcentage de matière sèche (expression en % de produit passant au tamis à la maille de x mm suivant la maille du tamis caractérisant 80 % du produit sec) ;*
6) *Les teneurs de $P_2O_5$ et $K_2O$ Total, pour des teneurs inférieures à 0,5 % ;*
7) *Les résultats des tests sur le fractionnement biochimique de la matière organique (...) et sur la minéralisation potentielle du C et du N (...) ;*
8) *La classification agronomique du produit, résultant des méthodes définies au point 7*
9) *La conductivité électrique ;*
10) *L'effet alcalinisant par incubation (EAI) selon prEN 14984, Méthode A, exprimé de la façon suivante : index amendant à 4 semaines : x % ;*
11) *La masse volumique.*

204105- Folio : q115 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



### Précautions d'utilisation

L'intérêt des produits du commerce est leur régularité de composition, la facilité d'épandage ne nécessitant pas d'être équipé d'un épandeur, et la garantie par la norme NF U 44-051 de teneurs minimales en éléments fertilisants (et maximales pour certaines éléments indésirables tels que les ETM). Par contre, attention à leur prix souvent élevé, en comparaison des amendements de provenance locale (fumiers, compost de déchets verts). En effet si le prix de l'amendement est trop élevé, les quantités apportées restent forcément limitées. Dans ces conditions il n'est pas possible d'entretenir correctement le taux de matière organique du sol[18].

## Des outils pour mieux connaître les amendements organiques

### Rapport C/N : un indicateur insuffisant

Réglementairement, le rapport C/N des amendements organiques doit être supérieur à 8. Par le passé il a souvent été proposé de classer les amendements organiques en fonction de leur C/N, mais cet indicateur n'est pas pertinent lorsque l'on souhaite comparer des produits d'origines différentes, car en fait les principales propriétés des sols liées aux apports de MO dépendent plus des formes de carbone et d'azote que du simple C/N.

Deux produits peuvent avoir le même C/N mais avec dans l'un du carbone plutôt contenu dans de la cellulose, dans l'autre plutôt dans de la lignine, ou encore dans des composés humiques (compost ayant eu une longue phase de maturation par exemple). La seule comparaison valable basée sur le C/N est celle d'un même type de produit, par exemple entre un même type de compost plus ou moins «mûr» (le C/N diminuant au cours du compostage). La caractérisation biochimique des MO est donc une méthode beaucoup plus pertinente pour comparer des produits de différentes origines entre eux (▷ **voir encadré ci-dessous** ◁).

#### *Outils de caractérisation biochimique des amendements organiques*

*L'effet le plus souvent recherché avec un apport d'amendement organique est l'entretien du taux de matière organique du sol à long terme. On souhaite donc amener une matière organique qui restera longtemps dans le sol. Il est possible de mesurer cet effet au champ, c'est ce que l'on appelle le rendement en humus, ou K1, qui est le coefficient isohumique d'un produit donné et qui correspond au pourcentage du carbone apporté qui va intégrer le pool de matière organique stable du sol (humus). La détermination du K1 nécessite plusieurs années de mesures et est tributaire des conditions pédoclimatiques du site ; elle est donc très rarement réalisée.*

*Ces dernières années, de nouveaux indicateurs ont été proposés pour caractériser les amendements organiques sans avoir à déterminer leur K1. Ces indicateurs sont basés sur le fractionnement biochimique des matières organiques. La technique consiste à fractionner les MO d'un produit en différentes classes plus ou moins dégradables. Ces classes sont obtenues en soumettant un produit organique à différents solvants plus ou moins agressifs. On considère que les matières organiques dégradées par les solvants les moins agressifs seront facilement dégradées en milieu naturel (fraction soluble, hémicellulose). Celles qui résistent à ces solvants peu agressifs mais qui sont dégradées par des solvants plus agressifs seront plus difficilement dégradées dans le milieu naturel (cellulose, lignine). Ce fractionnement biochimique de la matière organique est normalisé (norme XP U 44-162).*

18 - *Bressoud, 2010*

204105- Folio : q116 - Type : qINT-20140505 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

*Les deux premiers indicateurs qui ont été développés, CBM[19] et ISB[20], donnaient parfois des valeurs aberrantes pour certains produits. Un nouvel indice proposé plus récemment, l'ISMO[21], étalonné sur un plus large panel de produits et incluant dans sa formule la minéralisation de la MO du produit après trois jours d'incubation en conditions contrôlées, permet de mieux prédire le comportement de la plupart des amendements organiques. Ce nouvel indicateur a été intégré à la norme NF U 44-051 et sa détermination est obligatoire pour une production supérieure à 3 500 t/an. L'avantage de cet indicateur est qu'il est obtenu rapidement en laboratoire.*
*En théorie les valeurs de l'ISMO s'échelonnent de 0 à 1. Proche de 0, on est en présence d'un produit organique qui se minéralise entièrement dans le sol très rapidement (exemple : un sucre simple comme le glucose), proche de 1 on est en présence d'un produit organique qui ne se dégrade pas du tout (exemple : la tourbe). Il faut éviter de porter un jugement de valeur dans l'absolu sur l'ISMO (« plus il est proche de 1 mieux c'est »...) car cela dépend des objectifs agronomiques de l'apport : pour augmenter la CEC ou la capacité de rétention en eau, un indice proche de 1 est effectivement à rechercher. Mais pour augmenter rapidement la stabilité structurale, il vaut mieux un produit qui soit en partie dégradé rapidement par les micro-organismes du sol (puisque ce sont eux qui fabriquent la «colle» nécessaire à la formation des agrégats du sol), donc un indice plus faible.*

## Comment choisir son amendement organique ?

Le meilleur moyen d'obtenir des références transposables aisément au champ est de réaliser des expérimentations en plein champ. Mais là aussi les limites existent et doivent être prises correctement en compte avant toute interprétation (types de sol, de climat). Les principales conclusions de l'essai réalisé à la Serail[22] dont l'un des intérêts majeurs a été sa durée, 15 ans, sont rapportées dans le ▹ **tableau 9** ◃. **Les résultats de cet essai permettent d'apporter des éléments de choix aux maraîchers quant au type et à la dose d'amendement à utiliser.** On distingue globalement trois groupes de produits parmi les amendements testés : les produits « stables » (compost de déchets verts -DV- et compost d'écorces), les produits plus rapidement dégradables (fumiers frais et déshydraté), et le compost de tourteaux de café qui a un comportement intermédiaire.

Les préconisations d'utilisation doivent être données au regard du type de sol, du système de culture et de la problématique rencontrée. De manière générale, on peut néanmoins conseiller d'**associer l'utilisation de produits stables comme le compost de DV et de produits plus fermentescibles comme le fumier** afin de bénéficier de leurs effets complémentaires. Dans la mesure du possible, **les amendements rapidement dégradables seront apportés chaque année** (effet intense mais peu durable dans le temps). **Les produits plus stables pourront être apportés tous les deux à quatre ans.** Selon la problématique rencontrée, on privilégiera un amendement plutôt qu'un autre, par exemple, un produit fermentescible pour améliorer rapidement un problème de stabilité structurale, un compost végétal pour augmenter la CEC, etc. La dose d'apport devra être raisonnée en fonction du type de sol (notamment sa granulométrie), de sa teneur initiale en MO et des pertes de MO potentielles. On ne visera par exemple pas le même objectif de teneur en MO selon que l'on se trouve en sol argileux ou en sol sableux. Le ▹ **tableau 9** ◃ présente de manière simplifiée les principaux résultats de l'étude et peut servir de base de raisonnement dans le choix des amendements.

19 - *CBM : caractérisation biochimique de la matière organique*
20 - *ISB : indice de stabilité biologique*
21 - *ISMO : indice de stabilité de la matière organique*
22 - *Dragon & Icard, 2010*

204105- Folio : q117 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



**Tableau 9 - Choisir son amendement organique**

| Effet sur : | Fumier de bovin (frais ou déshydraté) | Compost de DV | Compost d'écorces enrichi en fumier de volaille, lisier et algues | Compost de tourteaux de café (90 %), de fumier de mouton et de bourres de laine |
|---|---|---|---|---|
| Taux d'humus du sol | + | ++ | ++ | + |
| Biomasse microbienne | ++ | + | + | ++ |
| Minéralisation C | ++ | + | + | + |
| Minéralisation N | + | + | + | + |
| pH (augmentation) | 0 | + | + | + |
| CEC | + | ++ | ++ | + |
| Etat structural | + | + | + | + |
| Stabilité structurale | (++) | (+) | (+) | (+) |
| Réserve utile en eau | ++ | ++ | ++ | + |
| Effet fertilisant (N) | + | 0 | ++ | ++ |

0 : pas d'effet par rapport au témoin

+ : effet positif par rapport au témoin

++ : effet très positif par rapport au témoin

( ) : effet non statistiquement significatif (tendance)

*Source : Essais sur 15 ans de la SERAIL, Dragon & Icard, 2010*

# ENGRAIS ORGANIQUES : POUR LA FERTILISATION DES CULTURES

## Définition

**Contrairement aux amendements organiques dont la première action revendiquée est celle qu'ils ont sur la fertilité du sol, les engrais organiques ont clairement un objectif de fertilisation des cultures.** Comme il y a parfois confusion dans l'utilisation de ces termes « engrais » ou « amendements », ou encore « fertilisants » (par exemple on parle parfois des « engrais de ferme » pour désigner les fumiers ou les lisiers), le mieux est de retenir l'acceptation réglementaire du terme « engrais organique ».

Les engrais organiques apparaissent en 1981 dans la norme d'application obligatoire NF U 42-001. Dans la dernière révision de cette norme, en 2009, de nouvelles précisions sont données dans le document NF U 42-001/A10. Celui-ci « fixe les dénominations, les définitions, les spécifications, les teneurs minimales en éléments fertilisants, les teneurs à déclarer et autres éléments de marquage pour les engrais organiques azotés d'origine animale et/ou végétale et les engrais organiques NPK, NP, NK entièrement d'origine animale et/ou végétale ». La norme distingue donc les engrais organiques azotés et les engrais organiques NPK, NP, NK. Les ▷ **tableaux 10 et 11** ◁ reprennent la dénomination des engrais organiques dans cette norme, leurs teneurs minimales en N organique[23] pour les engrais organiques azotés, et en $N+P_2O_5+K_2O$ et par élément pour les engrais organiques NPK, NP et NK.

*23 - Par convention N organique correspond à : N total - (N ammoniacal + N nitrique + N uréique)*

204105- Folio : q118 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan

**Tableau 10 - Les engrais organiques azotés d'origine animale et/ou végétale**
*Ces engrais doivent contenir au minimum 3 % d'azote organique d'origine animale et/ou végétale sur la matière brute (MB).*

| N° | Dénomination du type | Teneur(s) minimale(s) en N organique (en % de la MB) |
|---|---|---|
| 1 | ▹ Sang desséché | 9 % |
| 2a | ▹ Corne broyée | 11 % |
| 2b | ▹ Corne torréfiée | 12 % |
| 3a | ▹ Cuir | 6 % |
| 3b | ▹ Cuir torréfié pulvérulent<br>▹ Cuir hydrolysé pulvérulent | 8 % |
| 4a | ▹ Bourres de laine | 3 % |
| 4b | ▹ Bourres de laine séchées | 5 % |
| 5a | ▹ Marc de peaux | 3 % |
| 5b | ▹ Marc de peaux séché | 7 % |
| 6a | ▹ Chiquettes de lapin | 8 % |
| 6b | ▹ Chiquettes de mouton | 8 % |
| 7 | ▹ Poudre de plumes | 11 % |
| 8 | ▹ Poudre de soies | 11 % |
| 9 | ▹ Tourteau végétal de (nom du végétal) | 3 % |
| 10 | ▹ Engrais organique azoté | 3 % |

*Source : extrait de la norme NF U 42-001/A10*

**Tableau 11 - Les engrais organiques NPK, NP, NK entièrement d'origine animale et/ou végétale**
*Ces engrais doivent contenir au moins un des éléments majeurs ≥ 3 % ou $N+P_2O_5+K_2O \geq 7$ % (les éléments majeurs s'entendent ici sous leur forme totale). Ces engrais doivent contenir au minimum 1 % d'azote organique d'origine animale et/ou végétale*. Ces engrais ne peuvent par contenir d'azote de synthèse organique.*

| N° | Élément | Dénomination du type | Teneur(s) minimale(s) * (en % de MB) |
|---|---|---|---|
| | | En $N+P_2O_5+K_2O$ | Par élément |
| 1a | ▹ Guano d'oiseaux marins | 15 % | 4 % N, 8 % $P_2O_5$ |
| 1b | ▹ Guano de chauves-souris | 11 % | 4 % N, 3 % $P_2O_5$ |
| 2a | ▹ Engrais de poisson | 10 % | 4 % N, 4 % $P_2O_5$ |
| 2b | ▹ Guano de poisson | 6 % | 2,5 % N, 3 % $P_2O_5$ |
| 3 | ▹ Poudre de viande | 13 % | 6 % N, 5 % $P_2O_5$ |
| 4 | ▹ Poudre d'os | 20 % | 2 % N, 16 % $P_2O_5$ |
| 5 | ▹ Fiente de volaille déshydratée | 7 % | 3 % N, 2,5 % $P_2O_5$ |
| 6 | ▹ Engrais NP issu de lisier | 6 % | 1,5 % N, 3 % $P_2O_5$ |
| 7 | ▹ Fiente de volaille avec litière | 7 % | 2 % N, 2 % $P_2O_5$, 2 % $K_2O$ |
| 8a | ▹ Vinasse de betterave et/ou de canne à sucre | 7 % | 1,5 % N, 5 % $K_2O$ |
| 8b | ▹ Vinasse viticole | 6 % | 1 % N, 4,5 % $K_2O$ |
| 9 | ▹ Engrais NK issu de la féculerie | 7 % | 1,5 % N, 5 % $K_2O$ |
| 10 | ▹ Farine d'algues marines | 5 % | 1 % N, 3 % $K_2O$ |
| 11 | ▹ Marc végétal de (nom du végétal) | 7 % | 3 % pour au moins un des éléments majeurs |
| 12 | ▹ Engrais organique NPK ou Engrais organique NP ou Engrais organique NK | 7 % | 3 % pour au moins un des éléments majeurs |

* Par convention N organique correspond à N total - (N ammoniacal + N nitrique + N uréique)

*Source : extrait de la norme NF U 42-001/A10*

204105- Folio : q119 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



**ATTENTION**

**La réglementation sur les matières fertilisantes est susceptible d'évoluer, il importe de la vérifier : voir sur www.itab.asso.fr ou auprès de votre organisme certificateur.**

## Les engrais organiques dans l'annexe I du règlement CE n°889/2008 modifiée par le règlement d'exécution (UE) n°354/2014

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| **Produits ou sous-produits d'origine animale mentionnés ci-dessous :**<br>*Farine de sang, Poudre de sabot Poudre de corne, Poudre d'os ou poudre d'os dégélatinisé, Farine de poisson, Farine de viande, Farine de plumes, de poils et chiquettes, Laine, Fourrure (1), Poils, Produits laitiers, Protéines hydrolysées (2).* | ▷ (1) Concentration maximale de chrome (VI), en mg/kg de matière sèche : non détectable<br>▷ (2) Ne pas appliquer sur les parties comestibles de la plantes |
| **Guano** | |
| **Produits et sous-produits organiques d'origine végétale pour engrais** | ▷ Par exemple : farine de tourteau d'oléagineux, coque de cacao, radicelles de malt |
| **Vinasse et extraits de vinasse** | ▷ Exclusion des vinasses ammoniacales |

## Des éléments minéraux facilement disponibles

**L'intérêt des engrais organiques réside, outre leur richesse en N, P et/ou K, dans la disponibilité de ces éléments. En effet, la disponibilité en P et K des engrais organiques est pratiquement la même que celle des engrais minéraux.** Pour l'azote également, elle peut être très importante, comme le montrent les chiffres de minéralisation donnés dans le ▷ **tableau 12** ◁.

**Tableau 12 - Minéralisation de l'azote des engrais organiques, de mars à octobre en conditions méditerranéennes**

| Engrais organique | N total (en % de la MS) | N minéralisé (en % du N total) |
|---|---|---|
| Guano | 16 | 93 |
| Farine de sang<br>Farine de plumes<br>Poils sous forme granulée | 10-11 | 82-85 |
| Farine de viande<br>Farine d'os<br>Tourteau de ricin<br>Farine de plumes sous forme granulée | 6-9 | 66-72 |

*Source : Leclerc, 1989*

204105- Folio : q120 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# Risques liés aux apports d'engrais organiques

## Fourniture excessive d'azote

En conditions optimales de minéralisation, certains engrais organiques ont un comportement similaire à celui d'un engrais ammoniacal. On peut donc s'exposer à une libération d'azote excédant les besoins des légumes. Cette libération excessive entraîne les déséquilibres physiologiques suivants :

- ▹ un développement végétatif important au détriment des organes de reproduction (fleurs puis fruits). Il est par exemple à craindre dans le cas de la tomate : si la fourniture d'azote est trop importante en début de culture, il y a surproduction de feuillage, ce qui retarde la mise à fruit puis la maturation ;
- ▹ des teneurs en azote soluble plus élevées dans la sève, qui favorisent le développement d'insectes ou de certains champignons parasites*[24],
- ▹ avec une fertilisation azotée minérale, il existe une relation entre la dose d'engrais azoté apportée et l'accumulation des nitrates dans les organes végétaux. Cette corrélation existe aussi entre la vitesse de minéralisation de l'azote d'engrais organiques utilisés en maraîchage biologique, et les teneurs en nitrates dans des carottes et des laitues[25].

## Fourniture excessive de phosphore

La plupart des engrais organiques étant d'origine animale (guano, farines de plumes, de cornes, de soies, de viandes, de sang, etc.), ils sont riches en azote, mais aussi en phosphore. Si la plupart des doses d'apport sont calculées sur la fourniture recherchée en azote, **les quantités de phosphore vont progressivement augmenter dans les parcelles recevant ces engrais organiques.** En effet, les exportations des légumes en phosphore sont moins importantes que celles en azote, alors que les quantités de phosphore apportées conjointement à l'azote des engrais organiques sont souvent proportionnellement plus élevées. Outre des risques environnementaux (pollution des eaux de surface suite aux phénomènes d'érosion), **des teneurs élevées en phosphore dans le sol vont perturber la vie microbienne en inhibant la mycorhization.** Cette dernière concernant presque tous les légumes (▹ **voir chapitre 1-2** ◃), on se prive à la fois d'une mobilisation plus efficace du phosphore présent dans le sol avant l'incorporation des engrais organiques, mais également des autres bénéfices apportés par la mycorhization (exploration plus grande et plus fine du volume de sol par les filaments mycéliens, meilleure alimentation hydrique, etc.).

## Les engrais organiques ne permettent pas d'entretenir le taux d'humus

Hormis certains tourteaux végétaux comme le tourteau de ricin, **la plupart des engrais organiques sont d'origine animale. Ils ne contiennent donc ni cellulose ni lignine, molécules carbonées précurseurs des composés humiques.** Ils ne joueront donc aucun rôle direct dans l'entretien du taux d'humus. Il est alors important de veiller à apporter de temps en temps des amendements organiques ou des résidus de culture suffisamment ligneux (ce qui est rare en cultures légumières).

*24 - Chaboussou, 1985*

*25 - Leclerc, 1989*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q121 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



# ENGRAIS ET AMENDEMENTS MINÉRAUX

## Chaulage

### Pourquoi chauler ?

Le pH d'un sol est une caractéristique importante, qui joue sur les trois composantes chimique, biologique et physique de la fertilité du milieu. **Le chaulage modifie le pH et la composition de la solution du sol, modifie la biodisponibilité des éléments minéraux, peut améliorer la stabilité structurale et augmenter l'activité microbienne.**
Le terme usuel utilisé est celui de chaulage, même si l'efficacité d'un produit sur le pH n'est pas due à sa teneur en calcium, mais à la base chargée négativement qui lui est associée. **Tout amendement basique est donc capable d'augmenter le pH d'un sol,** comme le fumier ou les produits à base de magnésium comme la kiésérite.

Sous l'effet du lessivage, un sol perd naturellement en moyenne de 300 à 500 kg de CaO/ha/an. Ces pertes varient en fonction de la richesse du sol, de son pH et des quantités d'eau drainées. De plus, les plantes exportent entre 10 et 50 kg de CaO/ha, et entre 40 et 80 kg de MgO/ha. Hormis dans les sols calcaires, ces pertes naturelles entraînent des baisses de pH, qui peuvent finir par compromettre la fertilité physique, chimique et biologique. A pH très bas apparaissent même des toxicités.

### Pratique du chaulage[26]

**Les conditions d'emploi**
L'efficacité des amendements basiques dépend des conditions de leur incorporation ; celles-ci ont une influence d'autant plus importante que l'amendement est fin. On chaule un sol et non une plante, aussi peut-on apporter l'amendement en toute saison. **Un amendement calcaire ne doit jamais être épandu au contact du fumier** (dégagement d'ammoniac). **Il est donc nécessaire de les enfouir en deux opérations différentes.**

▷ **Chaulage de redressement**
Le chaulage d'un sol se raisonne en fonction de la texture, du pH initial et final que l'on désire atteindre, du type et de la dose d'amendements apportés.
On estime qu'il faut en moyenne 4 t/ha d'unités neutralisantes (souvent équivalent CaO) pour remonter le pH d'une unité. Dans la réalité ce chiffre peut varier de 3 à 5 tonnes. La seule façon simple et très efficace de contrôler ce facteur est une nouvelle mesure de pH deux ou trois ans après le chaulage. Pour le chaulage de redressement, il vaut mieux, pour des raisons techniques et économiques, le réaliser sur plusieurs années en anticipant et en utilisant des produits grossiers à action plus lente.

▷ **Chaulage d'entretien**
Il s'agit de couvrir les pertes annuelles liées au lessivage et aux exportations : 400 à 600 kg de CaO/ha/an.
Attention à mesurer régulièrement le pH et le taux de saturation de la CEC dans les parcelles pour raisonner la pratique du chaulage. Il ne faut bien évidemment jamais chauler un sol calcaire. Il faut également tenir compte de la valeur calcique de certains amendements organiques : le pH augmente généralement avec l'emploi de compost de déchets verts ou de compost de champignonnière.

*26 - Source : Chambre d'agriculture du Finistère, 2002*

204105- Folio : q122 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

### Les amendements calcaires utilisables en agriculture biologique dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| **Carbonate de calcium** (craie, marne, roche calcique moulue, maërl, craie phosphatée) | ▹ Uniquement d'origine naturelle |
| **Carbonate de calcium et magnésium** | ▹ Uniquement d'origine naturelle. Par exemple : craie magnésienne, roche calcique magnésienne moulue. |
| **Sulfate de magnésium (kiésérite)** | ▹ Uniquement d'origine naturelle |
| **Solution de chlorure de calcium** | ▹ Traitement foliaire des pommiers, après mise en évidence d'une carence en calcium |
| **Sulfate de calcium (gypse)** | ▹ Produit défini à l'annexe I, partie D, n° 1, du règlement CE n° 2003/2003. Uniquement d'origine naturelle. |
| **Chaux résiduaire de la fabrication du sucre** | ▹ Sous-produit de la fabrication de sucre à partir de betteraves sucrières |
| **Chaux résiduaire de la fabrication de sel sous vide** | ▹ Sous-produit de la fabrication sous vide de sel à partir de la saumure des montagnes |

## Autres engrais et amendements minéraux

Ils permettent d'apporter du phosphore, du potassium ou d'autres éléments minéraux, mais en général ils sont peu utilisés en maraîchage biologique, car l**a plupart des engrais ou des amendements organiques utilisés sont suffisamment riches en éléments minéraux pour ne pas avoir à en apporter sous forme spécifique.** Des apports complémentaires de potassium avec des sulfates de potassium (patentkali) ou des vinasses peuvent néanmoins s'avérer nécessaire en sol peu pourvu si on utilise un engrais organique pauvre en potassium (tourteau de ricin par exemple). Ils peuvent également être utiles dans certains sols où existent des carences induites par des déséquilibres entre éléments nutritifs, comme par exemple dans certains sols alluviaux où la richesse en magnésium entraîne une mauvaise alimentation en potassium, ce qui est signalé lors des analyses de sols.

204105- Folio : q123 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



## Les amendements minéraux (autres que calcaire) dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| **Cendre de bois** | ▷ A base de bois non traité chimiquement après abattage |
| **Phosphate naturel tendre** | ▷ Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.2, n° 7, du règlement CE n° 2003/2003 du Parlement européen et du Conseil relatif aux engrais<br>▷ Teneur en cadmium inférieure ou égale à 90 mg/kg de $P_2O_5$ |
| **Phosphate aluminocalcique** | ▷ Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.2, n° 6, du règlement CE n° 2003/2003<br>▷ Teneur en cadmium inférieure ou égale à 90 mg/kg de $P_2O_5$<br>▷ Utilisation limitée aux sols basiques (pH > 7,5) |
| **Scories de déphosphoration** | ▷ Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.2, n° 1 du règlement CE n° 2003/2003 |
| **Sel brut de potasse ou kaïnite** | ▷ Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.3, n° 1 du règlement CE n° 2003/2003 |
| **Sulfate de potassium pouvant contenir du sel de magnésium** | ▷ Produit obtenu à partir de sel brut de potasse par un procédé d'extraction physique et pouvant contenir également des sels de magnésium |
| **Vinasse et extraits de vinasse** | ▷ Exclusion des vinasses ammoniacales |
| **Soufre-élémentaire** | ▷ Produit défini à l'annexe I, partie D, n° 3 du règlement CE n° 2003/2003 |
| **Oligo-éléments** | ▷ Micronutriments inorganiques énumérés à l'annexe I, partie E, du règlement CE n° 2003/2003 |
| **Chlorure de sodium** | ▷ Uniquement sel gemme |
| **Poudres de roche et argiles** | |

# ENGRAIS VERTS[27]

La culture des engrais verts est l'une des pratiques de base de l'agriculture biologique. En maraîchage biologique, la volonté de rationaliser au mieux des surfaces parfois restreintes induit la succession rapide de cultures parfois peu diversifiées. Les engrais verts constituent alors une des réponses aux nombreuses préoccupations rencontrées : pratique des rotations, amélioration de la structure du sol, stimulation de l'activité biologique, maîtrise des plantes adventices et des pathogènes du sol, protection du sol contre l'érosion et le lessivage.

*27 - Ce paragraphe sur les engrais verts est rédigé principalement d'après Mazollier et Védie (2008) et Mazollier (2011)*

204105- Folio : q124 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

Dans un premier temps il sera rappelé pourquoi cultiver des engrais verts (EV), en passant en revue leurs différents intérêts : rotation, structure des sols, fertilisation, réduction des adventices, actions sur les ravageurs et maladies. Un paragraphe sera ensuite consacré aux engrais verts sous abris, car ils y ont un intérêt tout particulier, et enfin les différentes espèces utilisées tant en plein champ que sous abris seront passées en revue.

## Pourquoi cultiver des engrais verts ?

Les engrais verts contribuent à une meilleure gestion des rotations et améliorent la structure du sol. Enfouis, ils stimulent l'activité biologique et permettent une meilleure disponibilité des éléments fertilisants pour la culture suivante. Ils peuvent également agir sur l'enherbement et l'état sanitaire des cultures légumières. Leur rôle de protection du sol contre l'érosion et le lessivage revêt une réelle importance en plein champ, mais n'est pas prioritaire sous abris.

### Engrais verts et rotations

De nombreuses exploitations en maraîchage biologique disposent d'une surface restreinte, notamment sous abris, qui sont le plus souvent cultivés en espèces peu diversifiées : Solanacées, Cucurbitacées, Astéracées notamment. L'engrais vert est l'occasion d'introduire des espèces de familles différentes, pour assurer une complémentarité entre les effets des différentes espèces et pour éventuellement «casser» le cycle de certaines maladies ou ravageurs. Ainsi **en maraîchage, la culture d'engrais verts de familles botaniques comportant pas ou peu de légumes peut être intéressante :** Poacées (= graminées : céréales et plantes fourragères), Hydrophyllacées (phacélie), Polygonacées (sarrasin)…

### Engrais verts et structure des sols

En maraîchage, la succession parfois «serrée» des cultures et les conditions pénalisantes de travail du sol peuvent induire une dégradation de la structure ; on observe également des problèmes de compaction dans les «passe-pieds». La mise en œuvre des engrais verts permettra d'**améliorer la structure du sol, en surface comme en profondeur, grâce à l'action mécanique de fissuration par les racines qui arrivent à passer dans la porosité restante**. Les espèces les plus intéressantes pour cela sont les Brassicacées[28] qui comportent des racines pivotantes* puissantes (navette, radis fourrager …), ainsi que les Poacées qui présentent un système racinaire fin et dense (sorgho fourrager). Les Fabacées présentent également un système racinaire assez dense, mais leur croissance assez lente rend leur utilisation limitée en maraîchage sous abri.

L'enfouissement d'une grande quantité de biomasse fraîche provoque la prolifération des vers de terre qui améliorent la porosité du sol. L'abondance de nourriture fermentescible stimule l'activité microbienne, favorisant ainsi la stabilité structurale (▷ **figure 2** ◁). La biomasse peut être importante, même pour des durées courtes de culture, notamment pour des espèces à croissance rapide : sorgho fourrager, moha de Hongrie, Brassicacées, sarrasin. Sur la ▷ **figure 2** ◁, on voit nettement que les engrais verts augmentent plus rapidement et plus fortement la stabilité structurale que d'autres apports organiques comme de la paille ou du fumier très décomposé.



*L. Fontaine*

▷ *Une biomasse importante est recherchée pour améliorer la structure du sol (ici du sarrasin)*

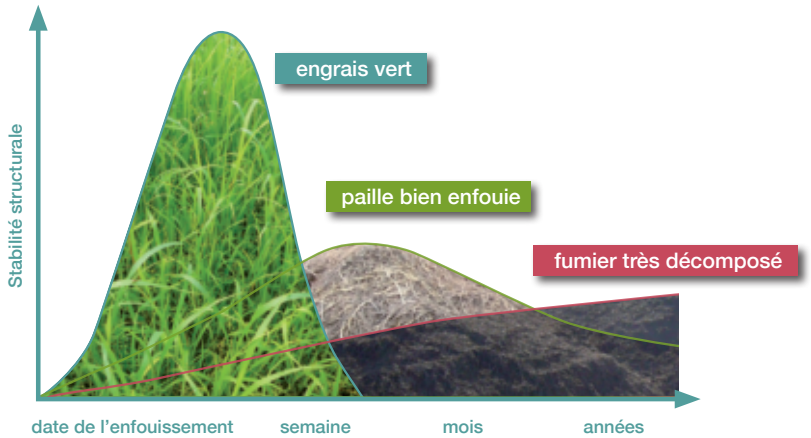
*28 - Voir la correspondance entre l'ancienne et la nouvelle nomenclature des familles botaniques sur le marque-page*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q125 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigma



**Figure 2 – Impact des engrais verts, de la paille et du fumier sur la stabilité structurale**




*Source : Monnier, 1965*

### *Engrais verts et production de biomasse*

*Dans un essai d'engrais verts d'été conduit sous tunnel au Grab à Avignon en 2002, la matière fraîche fournie par les engrais verts cultivés pendant 40 jours seulement était de 35 à 45 tonnes/ha, et la biomasse sèche de 2,5 à 4,8 tonnes/ha, pour les trois espèces suivantes : sorgho fourrager, sarrasin et radis fourrager. En revanche, le mélange avoine + vesce a été fortement concurrencé par les mauvaises herbes malgré une forte densité de semis, et sa biomasse était très inférieure aux autres (11 tonnes/ha de biomasse fraîche). Par ailleurs, dans une autre étude portant sur les engrais verts d'automne-hiver conduite par le Grab en 2003 – 2004, les niveaux de biomasse ont été comparables, mais avec une durée de culture de cinq mois : 28 à 50 tonnes/ha de biomasse fraîche, 3,6 à 6,3 tonnes/ha de biomasse sèche (moutarde, navette + seigle, RGI + vesce). D'autres essais, menés à l'Inra d'Alénya, font état de valeurs même supérieures (en été 70 t/ha en 40 jours pour du sorgho ou de la moutarde, en hiver jusqu'à 100 t/ha pour de la moutarde en 110 jours).*

## Engrais verts et fertilisation

**Les engrais verts apportent au sol des matières organiques qui se dégradent rapidement. Ils produisent donc peu de substances humiques,** surtout si leurs tissus sont jeunes et peu lignifiés (C/N faible). **Ils peuvent par contre améliorer la nutrition de la culture suivante, ce qui est particulièrement intéressant pour les légumes exigeants en minéraux,** comme les Solanacées et les Cucurbitacées. Ils remettent à disposition des éléments fertilisants en quantités importantes et sous des formes plus disponibles : ainsi, la quantité de phosphore assimilable augmente après la culture d'un engrais vert[29]. Les Fabacées permettent d'enrichir le sol en azote grâce à la fixation de l'azote atmosphérique (▷ **voir chapitre 1-2** ◁) ; par ailleurs, les Brassicacées auraient l'aptitude d'extraire du potassium des minéraux silicatés du sol et d'améliorer la disponibilité du phosphore[30]. Enfin, l'enracinement profond de certains engrais verts (Poacées) permet de prélever les éléments en profondeur et de les restituer en surface après destruction, notamment pour l'azote.

*29 - Aubert, 1980*

*30 - Pousset, 2000*

204105- Folio : q126 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

**Une bonne gestion des engrais verts dans les rotations, et l'emploi de Fabacées en particulier, permet d'être beaucoup plus autonome sur les intrants de fertilisation.** Ce gain d'autonomie est un avantage important pour les maraîchers.

## Engrais verts et maîtrise des plantes adventices

La multiplication des adventices constitue une réelle préoccupation en maraîchage, notamment sous abris, car les pratiques souvent intensives peuvent sélectionner certaines espèces, parfois particulièrement préoccupantes : ortie, mouron, véronique, chardon, liseron…

Le pouvoir concurrentiel des engrais verts vis-à-vis des plantes adventices s'explique par différents modes d'action (▷ **voir tableau 14** ◁). Certaines espèces ont un effet «assommoir» (Brassicacées, sorgho fourrager, moha de Hongrie) : elles laissent les plantes adventices germer puis elles les étouffent grâce à leur croissance rapide ; d'autres espèces comme le sarrasin sécrètent des toxines empêchant la germination et la croissance des adventices.



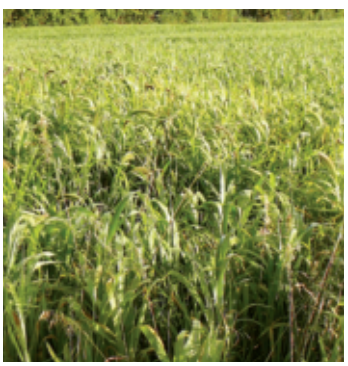
L. Fontaine

▷ *L'emploi des Fabacées (ici un trèfle violet) dans la rotation est un moyen d'être plus autonome sur le poste de la fertilisation azotée*

**Tableau 14 – Espèces d'EV intéressantes contre les adventices**

| Espèces ou familles d'EV | Observations |
|---|---|
| Sarrasin | Espèce inhibant très nettement la croissance des adventices |
| Seigle | Bonne concurrence |
| Brassicacées (colza, radis fourrager, moutarde) | Plantes vigoureuses, assez bonne concurrence |
| Mélange céréalier | Association fréquente : céréale (blé, orge, avoine) et Fabacée fourragère (vesce, trèfle, mélilot) |

*Source : Mazollier & Védie, 2008*



S. Minette

▷ *Grâce à leur croissance rapide, certains engrais verts comme le moha de Hongrie agissent par étouffement des adventices*

Certaines espèces et associations d'engrais verts sont efficaces contre certains adventices en particulier (▷ **voir tableau 15** ◁).

**Tableau 15 – Associations d'EV efficaces contre certains adventices**

| Adventice | Mélange d'espèces d'EV | Dose (en kg/ha) |
|---|---|---|
| Chiendent | Seigle + vesce | 120 + 50 |
| Chardon | Avoine + vesce | 70 + 50 |
| Folle avoine | Avoine + vesce + ray grass | 80 + 40 + 5-10 |
| Moutarde et ravenelle | Seigle + colza | 60 + 5-10 |

*Source : Mazollier & Védie, 2008*



A. Coulombel

▷ *Le sarrasin permet de lutter efficacement contre les adventices en sécrétant des toxines qui inhibent leur germination*

204105- Folio : q127 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pantone



## ATTENTION

**Certains EV à croissance lente peuvent dans certaines conditions avoir l'effet inverse de celui recherché ! En effet, surtout si leurs conditions de germination ou de développement sont médiocres, certaines espèces d'EV à croissance assez lente laissent les plantes adventices envahir la parcelle et favorisent ainsi leur maintien, notamment en cas de montée à graines de celles-ci. C'est le cas en été sous abris avec certaines espèces qui se développent lentement en conditions de culture trop chaudes : phacélie, certaines Poacées (ray-grass italien et anglais, avoine …), Fabacées (vesce, trèfle incarnat …), comme le montre le ▷ tableau 16 ◁. En engrais vert d'été, le mélange avoine + vesce présente 74 % d'adventices en poids contre 9 à 18 % pour les trois autres espèces testées.**

**Tableau 16 - Essai engrais verts d'été sous abris - Grab 2002** (semis 7/06, broyage 19/07 : 40 jours de culture) **: mesures de biomasse fraîche, biomasse sèche et du rapport C/N**

| Engrais vert | Densité en kg/ha | Biomasse fraîche totale (t/ha) | Taux d'adventices en % du poids | Biomasse fraîche sans adventices (t/ha) | Taux M.S. en % | Matière sèche sans adventices (t/ha) | C/N |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sorgho fourrager | 50 | 41 | 15 | 35 | 13,7 | 4,83 | 18 |
| Sarrasin | 60 | 39 | 9 | 35 | 11,4 | 4,00 | 21 |
| Radis fourrager | 20 | 55 | 18 | 45 | 5,7 | 2,54 | 18 |
| avoine + vesce | 80 + 50 | 38 | 74 | 11 | 10,7 | 1,16 | 15 |
| | ▷ Forte concurrence des adventices malgré la forte densité de semis | | | | | | |

*Source : Mazollier, 2011*

Le choix des Fabacées, famille d'engrais vert très appréciée en plein champ, est finalement déconseillé sous abris en été en raison de leur croissance trop lente par rapport aux adventices ; en revanche, elles s'avèrent satisfaisantes en culture longue d'engrais vert d'automne-hiver, en association avec une Poacée comme le seigle (▷ **voir tableau 17** ◁).

**Tableau 17 - Essai engrais verts d'automne - hiver sous abris - Grab 2003-2004** (semis 26/09, broyage 20/02 : 5 mois de culture) **: mesures de biomasse fraîche, biomasse sèche et du rapport C/N**

| Engrais vert | Densité en kg/ha | Niveau d'adventices | Biomasse fraîche totale (t/ha) | Taux MS en % | Biomasse sèche totale (t/ha) | C/N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Moutarde blanche | 10 | Très faible | 50 | 12,5 | 6,3 | 14 |
| Navette (+ seigle) | 3 + 22 | Très faible | 49 | 9,4 | 4,6 | 10 |
| | ▷ Forte concurrence de la navette sur le seigle | | | | | |
| RGI[31] + vesce d'hiver | 15 + 7 | faible | 28 | 12,7 | 3,6 | 17 |
| Phacélie | 20 | ▷ Mauvaise germination, développement limité, beaucoup de plantes adventices | | | | |

*Source : Mazollier, 2011*

31 - *RGI : Ray-grass italien / RGA : ray-grass anglais*

204105- Folio : q128 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Incidence des engrais verts vis-à-vis des ravageurs et maladies

Les engrais verts peuvent avoir un effet bénéfique pour lutter contre certains ravageurs et maladies (▷ **voir tableau 18** ◁). Ainsi, les Brassicacées (colza fourrager, moutarde, radis fourrager) ont un effet désinfectant par libération de composés soufrés, ce qui est mis en pratique par la bio-désinfection (▷ **voir chapitre 2.2 Lutte directe/Les méthodes thermiques** ◁) : après broyage et enfouissement de l'engrais vert, un bâchage est réalisé, éventuellement suivi en été d'une solarisation. Cette technique fait actuellement l'objet de nombreuses études.
Par ailleurs, certains engrais verts sont mentionnés comme plantes nématicides (tagètes et crotalaires), mais les essais réalisés en station se sont avérés décevants : leur développement et leur efficacité semblent insuffisants en conditions de forte infestation (▷ **voir chapitre 2.3 Ravageurs / Nématodes** ◁) .

**Tableau 18 – Effets positifs des engrais verts dans la lutte contre les ravageurs et maladies**

| Espèces d'EV | Incidence |
|---|---|
| **Brassicacées :** colza fourrager, moutarde, radis fourrager | Effet désinfectant du sol par libération de composés soufrés : application possible pour la méthode de bio-désinfection (= culture d'engrais vert puis broyage et solarisation). |
| **Moutarde, radis fourrager** (certaines variétés résistantes au nématode de la betterave) | Limitent le développement du nématode de la betterave *(Heterodera schachtii).* |
| **Ray grass italien (RGI)** | Plante piège de la hernie des Crucifères. |
| **Tagètes, crotalaire** | Propriétés nématicides vis-à-vis de *Meloidogyne.* |
| **Phacélie** | Propriétés nématicides vis-à-vis de *Meloidogyne* et *Heterodera schachtii.* |

*Source : Mazollier & Védie, 2008*

**Tableau 19 – Effets négatifs des engrais verts dans la lutte contre les ravageurs et maladies**

| Espèces d'EV | Incidence |
|---|---|
| **Brassicacées : colza fourrager, moutarde, radis fourrager** (sauf variétés résistantes) | Plantes hôtes du nématode de la betterave *(Heterodera schachtii)*, plantes hôtes de la hernie des Brassicacées et de nombreux ravageurs (piéride, mouche du chou, noctuelles, limaces...). |
| **Phacélie** | Plante hôte du virus Y de la pomme de terre (PVY), plante hôte pour pucerons, thrips, aleurodes. |

*Source : Mazollier & Védie, 2008*



*J. Bayle*

▷ *Comme d'autres Brassicacées, la moutarde agit comme désinfectant du sol en y libérant des composés soufrés*



*A. Coulombel*

▷ *La phacélie a des propriétés nématicides vis-à-vis de* Meloidogyne *et* Heterodera schachtii

**ATTENTION**

**Dans certains cas, l'impact de certains engrais verts peut être négatif (▷ voir tableaux 19 et 20 ◁). Il faut donc raisonner les espèces à implanter en engrais vert en fonction des familles de cultures présentes et des risques sur une parcelle (présence de maladies, virus…). Par exemple, il est déconseillé de faire des Brassicacées en engrais verts si beaucoup de légumes de cette famille sont cultivés sur l'exploitation (navet, choux, radis, roquette…).**

204105- Folio : q129 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag





S. Minette

▷ *Les Brassicacées sont des engrais verts intéressants pour leur rôle de fissuration, grâce à leur système racinaire pivotant (ici un radis chinois). Attention toutefois à ne pas les utiliser trop souvent si beaucoup de légumes de la famille des Brassicacées sont cultivés sur la parcelle*

**Tableau 20 – Appétence de différentes espèces d'engrais verts vis-à-vis des limaces**

| Espèces d'EV | Limaces grises | Limaces noires |
|---|---|---|
| Peu appétentes | Radis, phacélie, vesce, blé, avoine | Phacélie, trèfle violet |
| Appétentes | Trèfles incarnat et violet, RGI, orge d'hiver, triticale | Trèfle incarnat, vesce |
| Très appétentes | Brassicacées, trèfle | |

*Source : ITCF, 2002*

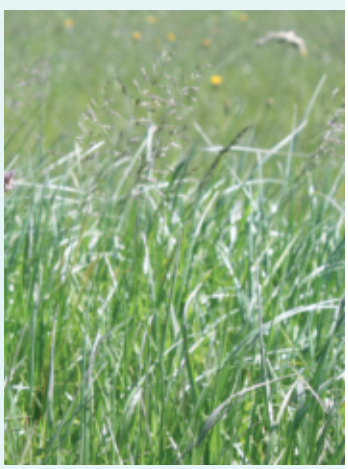
Enfin, en favorisant l'activité biologique du sol, les engrais verts modifient les niveaux de compétitions et d'antagonismes entre micro-organismes, ce qui limite les populations de bio-agresseurs.

## Engrais verts sous abris

### Caractéristiques de la pratique des engrais verts sous abris

Les engrais verts ont toute leur place en culture sous abris. En effet ceux-ci assurent de bonnes conditions de germination et de développement de l'engrais vert, notamment grâce au réseau d'aspersion dont ils sont équipés.
**Il est important de réaliser des rotations d'engrais verts, en choisissant des espèces de familles différentes des cultures et d'alterner également les familles d'engrais verts** (complémentarité entre espèces).
Il est impératif de tenir compte de la durée de disponibilité de la parcelle ; certaines espèces peuvent fournir une végétation suffisante en 5 à 8 semaines et seront intéressantes en inter-culture courte (sorgho fourrager, sarrasin, Brassicacées), alors que d'autres exigent au minimum 4 à 5 mois de culture pour exprimer leur potentiel (ray-grass, seigle, Fabacées…).

**En maraîchage sous abris, les sols sont parfois trop riches en nutriments, d'où l'intérêt de choisir un engrais vert consommant les excédents d'engrais, comme les Brassicacées.** Enfin, les sols sont souvent très tassés en fin de culture, notamment dans les passe-pieds pour l'entretien et la récolte : le système racinaire pivotant et puissant des Brassicacées ou les racines fines et denses des Poacées pourront contribuer à corriger ce tassement.
Les contraintes liées au semis sont parfois déterminantes dans le choix des espèces : coût des semences, disponibilité en semences biologiques ou à défaut non traitées, facilité de semis (deux passages peuvent être nécessaires pour les mélanges).



A. Roinsard

▷ *Certains engrais verts n'ont pas le temps nécessaire de croître suffisamment sous abris, c'est le cas notamment du ray-grass italien, qui nécessite 4 à 5 mois de développement pour exprimer son potentiel*

### Quelles espèces en engrais verts sous abris ?

Le choix de l'espèce ou du mélange d'espèces à semer en engrais vert sous abris dépendra notamment de la période d'implantation et de l'effet recherché.

**En période estivale**
L'été est la principale période de culture des engrais verts sous abris, en général durant les mois de juin à septembre. En période estivale, les conditions sont spécifiques : la durée de disponibilité des serres est souvent courte (2 à 3 mois

204105- Folio : q130 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

maximum), donc on privilégie les espèces à croissance rapide. Ainsi, dans le sud de la France les engrais verts d'été sont mis en place :
- ▹ après des cultures de fin d'hiver-début de printemps récoltées en avril-mai : salade, épinard, chou-rave, fenouil, persil, blette…,
- ▹ après des cultures précoces et courtes de printemps-été laissant les serres disponibles fin juin : Cucurbitacées (melon, courgette, concombre), haricot...

Il est conseillé de choisir des espèces adaptées à la chaleur, telles que le sorgho fourrager, le sarrasin ou le moha de Hongrie (▹ **voir tableau 23** ◃). Il convient également d'éviter les espèces à croissance trop lente ou sensibles aux conditions trop chaudes (Sud de la France) telles que phacélie, RGI, RGA, car le développement des plantes adventices sera alors important…

**En période automnale**
Les abris sont rarement disponibles à cette époque. Il est cependant techniquement possible de faire un engrais vert à cette période si on dispose de 3 à 5 mois. La gamme des espèces envisageables est assez large, et identique au plein champ (▹ **voir tableau 24** ◃).



M. Conseil/IBB-P.A.I.S.

▹ *Le sorgho est bien adapté comme engrais vert sous abri en période estivale*

### Limites des engrais verts sous abris

En période estivale, la pratique d'un engrais vert est souvent difficile sous abris lorsque l'exploitation comporte une surface trop limitée de serres, qui seront alors exclusivement consacrées à la production de légumes. Il est par ailleurs nécessaire de disposer de conditions favorables pour l'irrigation de l'engrais vert : ressource suffisante en eau, installation d'aspersion homogène. Dans le sud de la France, la solarisation peut se révéler préférable à un engrais vert, notamment en cas de fort enherbement ou de présence de certains pathogènes du sol *(Sclerotinia, Rhizoctonia...).* De plus, l'enfouissement d'une masse végétale importante en fin d'été peut favoriser la présence de noctuelles terricoles* sur les plantations de septembre-octobre.

## Comment choisir ses espèces d'engrais verts

### Choix des espèces en plein champ

Les deux tableaux suivants présentent les principales espèces d'engrais verts utilisées en maraîchage de plein champ en été (▹ **voir tableau 21** ◃) et en automne (▹ **voir tableau 22** ◃), classées par famille, avec les doses préconisées à l'hectare, leurs intérêts spécifiques et les problèmes éventuels ou contraintes. D'autres espèces peuvent être utilisées et les références sont assez nombreuses, notamment en grandes cultures. De plus, il existe de nombreux mélanges disponibles dans le commerce. Veillez à ce qu'il n'y ait pas trop de Brassicacées dans les mélanges car elles prennent en général le dessus sur les autres espèces en raison de leur croissance rapide.

**Les mélanges de Poacées et Fabacées sont particulièrement intéressants en interculture d'automne en plein champ et sont très prisés des maraîchers.** Cette association permet une bonne rupture du cycle des familles cultivées en maraîchage, un effet « structure » intéressant grâce au système racinaire des Poacées et un enrichissement en azote grâce aux Fabacées.

** Voir glossaire*

204105- Folio : q131 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pantone



**Tableau 21 - Principales espèces conseillées en engrais vert d'été en plein champ**

| Famille | Espèce | Dose kg/ha | Intérêt | Problèmes éventuels, contraintes |
|---|---|---|---|---|
| Poacées | Sorgho fourrager | 30 à 50 | ▷ Bonne résistance à la chaleur<br>▷ Bonne concurrence contre les adventices | ▷ Irrigation obligatoire |
| | Moha de Hongrie | 30 | | |
| | Seigle fourrager | 40 | ▷ Bon effet structure | ▷ Concurrence moyenne avec les adventices |
| Polygonacées | Sarrasin | 50 à 70 | ▷ Plante nettoyante, rustique, peu exigeante en eau | ▷ Cycle court |
| Brassicacées | Moutarde ou radis fourrager ou navette | 15 à 20 | ▷ Se développent très rapidement et étouffent les adventices<br>▷ Très bons pièges à nitrates | ▷ Sensibles à de nombreuses maladies et ravageurs : à éviter absolument si Brassicacées dans la rotation<br>▷ Cycles assez courts<br>▷ Espèces assez gélives |

*Source : Mazollier & Védie, 2008*

**Tableau 22 - Principales espèces conseillées en engrais vert d'automne en plein champ**

| Famille | Espèce | Dose kg/ha | Intérêt | Problèmes éventuels, contraintes |
|---|---|---|---|---|
| Poacées | Seigle fourrager | 40 | ▷ Implantation tardive possible<br>▷ Bon effet structure | ▷ Concurrence moyenne avec les adventices |
| | Triticale | 100 | ▷ Implantation tardive possible | ▷ Couverture moyenne |
| Fabacées | Vesce d'hiver | 80-100 | ▷ Bonne couverture | |
| Poacées + Fabacées | RGI + vesce | 20 + 15 | ▷ Très bonne couverture de sol du RGI | ▷ Risques de repousses du RGI |
| | Seigle fourrager + vesce | 30 + 15 | ▷ Effet structure<br>▷ Apport d'azote | |
| Brassicacées | Moutarde ou navette ou radis fourrager | 15 à 20 | ▷ Se développent très rapidement et étouffent les adventices<br>▷ Très bon pièges à nitrates | ▷ Sensibles à de nombreuses maladies et ravageurs : à éviter absolument si Brassicacées dans la rotation<br>▷ Cycles assez courts<br>▷ Espèces assez gélives |
| Hydrophyllacées | Phacélie | 15 | ▷ Effet structure | ▷ Supporte mal la chaleur et le froid |

*Source : Mazollier & Védie, 2008*

204105- Folio : q132 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Choix des espèces sous abris

Les deux tableaux suivants présentent les principales espèces d'engrais verts utilisées en maraîchage sous abris en été (▷ **voir tableau 23** ◁) et en automne (▷ **voir tableau 24** ◁), classées par famille, avec les doses préconisées à l'hectare, les biomasses potentielles et diverses caractéristiques pour chaque famille et/ou espèce proposées.

**Tableau 23 - Principales espèces conseillées en engrais vert d'été sous abris**

| Famille Espèce | Dose en Kg/ha | Biomasse fraîche potentielle (t/ha) | Biomasse sèche potentielle (t/ha) | C/N moyen | Effet Piège à nitrate | Type de système racinaire | Puissance Système racinaire |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Poacées** | ▷ **Effet positif sur la structure - Biomasse importante**<br>▷ **Bonne concurrence vis-à-vis des plantes adventices** | | | | | | |
| Sorgho fourrager | 40 - 50 | 50 | 8 | 20 | ++ | Traçant | ++ |
| Moha de Hongrie | 30 | 40 | 7 | | | | + |
| **Polygonacées** | ▷ **Effet positif sur la structure**<br>▷ **Bonne concurrence vis-à-vis des adventices** | | | | | | |
| Sarrasin | 60 | 34 | 5 | 24 | ++ | Pivot | ++ |
| **Brassicacées** | ▷ **Effet positif sur la structure** ▷ **Biomasse importante**<br>▷ **Concurrence vis-à-vis des adventices**<br>▷ **Effet désinfectant potentiel mais éviter si Brassicacées dans la rotation** | | | | | | |
| Radis fourrager | 20 | 60 | 5 | 15 | +++ | Pivot | + |
| Navette | 10 | 70 | 6 | 8 | | | + |
| Moutarde blanche | 10 | 30 | 5 | 15 | + | | - |

*Source : essais du Grab et de la Centrex / CA 66 – 1999 à 2003)*

Pour le choix des espèces à cultiver en engrais verts d'automne-hiver sous abris, les références sont peu nombreuses, et les informations mentionnées dans le ▷ **tableau 24** ◁ proviennent essentiellement des références en plein champ ; par ailleurs, il faut souligner que les doses conseillées de semences/ha varient assez fortement selon les sources bibliographiques.
La période principale de semis est septembre-octobre ; au-delà, la croissance de l'engrais vert risque d'être insuffisante. Le broyage sera réalisé à partir de février, selon la période de mise en place de la culture suivante (respecter un délai de 30 jours au minimum entre broyage et culture suivante).

204105- Folio : q133 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



Tableau 24 - Principales espèces conseillées en engrais vert d'automne-hiver sous abris

| Famille | Espèce | Dose kg/ha | Intérêts et inconvénients |
|---|---|---|---|
| Poacées | ▷ Bonne résistance au gel<br>▷ Système racinaire fasciculé : bon effet structure | | |
| | RGI | 25 | ▷ Bonne couverture de sol |
| | Seigle fourrager ou orge ou blé ou triticale | 100 | ▷ Effet positif sur la structure |
| Mélange Poacées + Fabacées | RGI + vesce | 20 + 10-15 | ▷ Bonne complémentarité : les Poacées ont une croissance + rapide et servent de « tuteur » aux Fabacées |
| | Seigle + vesce | 30 + 10-15 | |
| | Triticale + vesce | 50 + 10-15 | |
| Brassicacées | ▷ Croissance rapide<br>▷ Bonne concurrence vis-à vis-des adventices mais ravageurs spécifiques des Brassicacées (chenilles, punaise, ..) ou non (Gastéropodes) | | |
| | Radis fourrager | 20 | ▷ Assez bonne résistance au gel |
| | Navette | 3 à 10 | ▷ Bonne résistance au gel |
| | Moutarde blanche | 10 | ▷ Faible résistance au gel |
| Hydrophyllacées | ▷ Croissance assez rapide mais germination et croissance délicates<br>▷ Risques de repousses | | |
| | Phacélie | 12-20 | ▷ Résistance moyenne au gel |

*Source : essais du Grab et de la Centrex / CA 66 – 1999 à 2003)*



J. Bayle

▷ *Le semis d'un engrais vert doit être réalisé dans de bonnes conditions pour que sa levée soit régulière (ici levée d'une moutarde)*

## Itinéraire de culture des engrais verts

### Préparation du sol

Aucune fertilisation de fond n'est nécessaire. Il faut bien travailler le sol en profondeur et en surface afin de réaliser un parfait lit de semences, condition déterminante de réussite de l'engrais vert. En sol très enherbé, un faux semis permettra de limiter le niveau de plantes adventices dans la parcelle.

### Semis

Les semences choisies seront biologiques, ou conventionnelles non traitées (sur dérogation). Le coût et la disponibilité en semences biologiques sont des critères importants. La facilité de semis est un autre paramètre : les mélanges peuvent imposer plusieurs passages. En cas de semis à la volée, un passage de rouleau permettra de tasser le lit de semences. Sous abris, il faut arroser par aspersion immédiatement après le semis, puis pratiquer des aspersions régulières.

204105- Folio : q134 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## En cours de culture

Il convient de réaliser des irrigations régulières par aspersion afin d'assurer une croissance rapide et homogène de l'engrais vert. Il faudra faucher éventuellement l'engrais vert en cas de floraison précoce (cas fréquent pour les Brassicacées). Cette coupe évitera la montée à graines (risque de repousse lors de la culture suivante), elle favorisera un redémarrage de la végétation de l'engrais vert et facilitera le broyage final.

## Broyage

Il doit être réalisé avant la montée à graines (Brassicacées) ou la verse éventuelle de l'engrais vert (cas du sorgho fourrager si la densité est trop forte) ; pour les Poacées, il faut également éviter la formation de tiges trop ligneuses qui seraient difficiles à broyer et à se décomposer. **Il convient de respecter un délai minimum de 30 jours entre le broyage et la mise en place de la culture suivante, notamment s'il s'agit d'une culture semée.** Le broyage est réalisé de préférence avec un broyeur à marteaux : l'engrais vert est laissé en surface (séchage) durant une semaine environ avant l'incorporation, et/ou incorporé superficiellement pour favoriser sa décomposition. Il est également possible, en l'absence de matériel spécifique, de réaliser un broyage-enfouissement en passant directement sur la culture avec le rotavator (▷ **voir chapitre 1-2** ◁).

## Incorporation

Elle doit être superficielle (quelques cm), et elle sera réalisée avec un outil à disque ou une rotobêche. Il est également possible, en l'absence de matériel spécifique, de réaliser un broyage-enfouissement en passant directement sur la culture avec le rotavator (▷ **voir chapitre 1-2** ◁). Le sol sera ensuite arrosé modérément pour favoriser la décomposition. Il est impératif d'éviter l'enfouissement en profondeur de couches épaisses de biomasse peu décomposée : risques de phytotoxicité, de faim d'azote*, de sol soufflé*[32] .
Avant la culture suivante, il est conseillé de pratiquer un test azote ou une analyse de sol.

*32 - Sol soufflé : sol contenant de grands volumes d'air suite à une incorporation massive de résidus de culture ; un sol soufflé peut gêner la germination, les graines n'étant pas suffisamment en contact avec la terre*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q135 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment



# SYNTHÈSE SUR LA FERTILISATION ET LES ENGRAIS VERTS



B. Leclerc

▷ *Les composts de déchets verts sont efficaces pour augmenter la CEC ou la capacité de rétention en eau d'un sol*

Un tableau de synthèse croisant quelques matières organiques couramment utilisées en maraîchage, avec certaines actions recherchées sur la fertilité des sols (▷ **voir tableau 25** ◁), vient clore ce chapitre. Il s'agit d'une approche strictement qualitative qui permet de rappeler les principales caractéristiques de chacune de ces matières organiques, et de montrer qu'elles ont un impact à la fois sur la fertilisation (apports d'N, de P et de K) et sur les propriétés des sols, ce qui est primordial en maraîchage (via l'augmentation de la teneur en carbone et des activités biologique du sol).

**Tableau 25 – Effets relatifs de différents apports de matières organiques sur la fertilité des sols (+, 0 et - : impacts positifs, nuls ou négatifs par rapport à un témoin sans apport)**

| Actions | Fumiers | Composts de fumiers | Composts de déchets verts | BRF | Engrais organiques | Engrais verts |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Augmentation de la teneur en carbone du sol | + | ++ | +++ | ++ | - | 0 à + |
| 2 Augmentation de l'activité microbiologique | ++ | +(+) | + | + | + | +++ |
| 3 Augmentation de l'activité macrobiologique | ++ | + | + | ++ | 0 | +++ |
| 4 Apport d'azote | ++ | + | 0 | - | +++ | 0 à +++ |
| 5 Apport de phosphore | ++ | ++ | + | + | +++ | 0 à + |
| 6 Apport de potassium | +(+) | + | + | + | + ou 0 | 0 à + |

## 1 Augmentation de la teneur en carbone du sol

Ce sont les composts de déchets verts qui permettent l'enrichissement le plus rapide en carbone organique dans le sol. Les autres produits, notamment à base de fumiers, apportent du carbone qui sera minéralisé en partie et ne restera donc pas dans le sol. L'apport de BRF apporte aussi beaucoup de carbone dans le sol, mais a contrario des fumiers, ce carbone n'est pas minéralisé et reste peu actif tant qu'il n'est pas attaqué par la microflore, ce qui peut prendre plusieurs années si le broyat utilisé est grossier et si la teneur en azote du sol est insuffisante.

Rappelons (▷ **voir chapitre 1-2** ◁) que les principales propriétés des sols liées à l'augmentation de la teneur en carbone organique sont celles liées au stock de ce carbone : capacité de rétention en eau, capacité d'échange cationique. Ces propriétés sont davantage recherchées dans les sols sableux. A noter que les engrais organiques n'augmentent pas la teneur en carbone organique du sol, et peuvent même la faire baisser.

204105- Folio : q136 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## 2 Augmentation de l'activité microbiologique

Ce sont les engrais verts qui augmentent le plus l'activité microbiologique des sols, suivis des fumiers car la paille de ces derniers continue de se dégrader dans le sol. Cette augmentation importante de l'activité microbiologique se traduit au niveau des propriétés du sol par une augmentation rapide de la stabilité structurale (▷ **voir figure 2** ◁). Selon la durée de compostage des fumiers, l'activité biologique peut être plus ou moins importante (compost «jeune» = ++ et compost «mûr» = +).



*A. Coulombel*

## 3 Augmentation de l'activité macrobiologique

Par activité macrobiologique on entend essentiellement activité lombricienne, notamment celles des vers anéciques*. Les effets des différents apports sont assez proches de ceux observés sur l'activité microbiologique, avec comme nuance une activité macrobiologique accrue pour les BRF étant donnée la masse végétale importante apportée près de la surface. Les fumiers augmentent plus l'activité lombricienne que les composts car les vers anéciques* préfèrent davantage enfouir de la paille que du compost à granulométrie fine. Les engrais organiques n'ont pas, ou très peu, d'effet sur l'activité macrobiologique.

## 4 Apport d'azote

Les engrais organiques et les engrais verts sont les matières organiques les plus efficaces pour amener de l'azote en maraîchage, à condition que les engrais verts soient enfouis suffisamment jeunes, et plutôt des Fabacées (des mobilisations d'azote ont pu être observées après l'enfouissement d'un engrais vert de Poacées pailleux). A l'inverse, attention de ne pas provoquer d'immobilisation avec un apport de BRF. Un compost de déchets verts, même s'il ne conduit pas forcément à une mobilisation d'azote, n'en fournira pas non plus, sauf à long terme. Les fumiers non compostés fournissent plus facilement de l'azote disponible que s'ils sont compostés, mais en maraîchage le produit composté est davantage conseillé que les fumiers bruts.

## 5 Apport de phosphore

Ce sont les engrais organiques qui permettent en général les apports les plus importants de phosphore (pas tous, le tourteau de ricin par exemple en apporte peu), voire trop importants car en général les doses d'apport d'engrais sont calculées sur les besoins en azote des cultures. Le risque est de trop enrichir le sol en phosphore, ce qui a pour conséquence une inhibition possible de la mycorhization*, et donc une diminution de la nutrition globale des légumes (eau et éléments minéraux). Les fumiers, compostés ou non, apporteront plus de phosphore que les produits uniquement végétaux (tourteaux, composts de déchets verts ou BRF). Il est donc nécessaire de bien regarder la composition des engrais organiques utilisés pour choisir des formulations n'apportant pas trop de phosphore dans les sols qui sont déjà riches en cet élément.

## 6 Apport de potassium

Les différences entre matières organiques sont similaires à celles observées pour le phosphore, hormis pour les engrais organiques. Notons qu'au sein d'une même catégorie de matières organiques, la variabilité peut-être importante, notamment dans les fumiers, certains étant plus riches en potassium (fumiers de mouton) que d'autres. Attention pour les composts : le potassium étant facilement lessivable, si le tas de compost est laissé à la pluie trop longtemps, il peut perdre jusqu'à la moitié de sa teneur en potassium. Concernant les engrais verts c'est plus d'une mobilisation du potassium que d'un apport net qu'il s'agit.

** Voir glossaire*

204105- Folio : q137 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

# RESSOURCES ET BIBLIOGRAPHIE


- Ademe Angers - département gestion biologique et sols, 2007. **Audit des plateformes de compostage de déchets organiques en France avec analyses de composts, d'eaux de ruissellement et bilan des aides Ademe au compostage des déchets verts.** Rapport de synthèse du Marché Ademe n° 0306C0057 - document provisoire.
- Aubert C., 1980. **Les engrais verts.** Document technique CARAB.
- Bressoud F. & Parès L., 2011. **Amendements organiques et maraîchage biologique sous abris : résultats de 8 années d'expérimentation.** Echo-MO n° 89 : 3-6.
- Caron C. & Lemieux G., 1999. **Le bois raméal pour la régénération des sols agricoles et forestiers.** Echo-MO n° 18 : 3-4 et n° 19 : 3-4.
- Chaboussou F. 1985. **Santé des cultures - Une révolution agronomique.** Ed. La Maison Rustique, Flammation. Paris.
- CNAB-INAO 2010. **Guide de lecture pour l'application des règlements CE n° 834/2007 et CE n° 889-2008.** Version validée par le Comité national de l'agriculture biologique de l'Institut national de l'origine et de la qualité (CNAB-INAO) du 12 mai 2010.
- Chambre d'Agriculture du Finistère. 2002. **L'agronomie et la fertilisation des cultures légumières.** Ed. du Comité de développement des agriculteurs de la zone légumière et la Chambre d'agriculture du Finistère.
- Dragon S. 2009. **Effet d'apports de différents fumiers et composts sur les propriétés d'un sol sablo-argileux.** Bilan de 15 années d'essais en culture légumière. Mémoire de fin d'études Agrocampus Rennes.
- Dragon S. & Icard C. 2010. **Effet d'apports de différents amendements organiques sur les propriétés du sol - Bilan de 15 années d'essais en culture légumière à la SERAIL.** Echo-MO n° 81 : 3-8.
- Duprat-Invernizzi C., Maupat E., Piasentin J.C., Constantin S., Clerc H., Sousa P., 2006. **Valeur agronomique d'un compost de déchets verts + biodéchets.** Echo-MO n° 58 : 3-6.
- Houot S., Thauvin Ph., Bernet N., Bodineau G., 2003. **Aperçu de la qualité des composts de biodéchets français en 2003.** Journée APCA du 4 décembre 2003.
- ITCF 2002. **Les inter-culturales : colloque au champ.** Edition ITCF.
- Leclerc B. 1989. **Cinétiques de minéralisation de l'azote des fertilisants organiques et teneurs en nitrate chez Lactuca sativa et Daucus carota.** Thèse de Doctorat, ENSA Toulouse.
- Leclerc B. 2001. **Guide des Matières Organiques.** Itab. Tome 1.
- Luxen P., Godden B. & Rabier F., 2012. **Le compostage des fumiers, une technique de valorisation des matières organiques en agriculture.** Les livrets de l'agriculture, n° 20, SPW éditions, Wallonie.
- Mazollier C. & Védie H. 2008. **Les engrais verts en maraîchage biologique.** Fiche technique Grab.
- Mazollier C. 2011. **Les engrais verts sous abris : choix des espèces et itinéraire cultural.** Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques - 7 & 8 décembre 2011 à Rennes, pages 25-32.
- Méaude M. 2011. **La production de plants en maraîchage biologique.** L'auxiliaire bio n° 14 - Juin 2011 17-19.
- Monnier G. 1965. **Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols.** Ann. Agro. 16 (4 et 5) : 327-400 et 471-534.
- Mustin M. 1987. **Le compost.** Editions François Dubusc.
- Pousset J. 2000. **Engrais verts et fertilité des sols.** Editions Agridécisions.
- Soltner D. 2006. **Aujourd'hui les composts pour une autre agriculture.** Ed. STA.
- Ziegler D. & Héduit M. 1991. **Engrais de ferme, valeur fertilisante, gestion et environnement.** ITCF, ITP, ITE, 35 pages.
- Zuang H. 1982. **La fertilisation des cultures légumières.** Ed. Ctifl.


# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**
- Blaise Leclerc (Itab)

**Relecture**
- Frédérique Bressoud (anciennement Inra Alénya)
- Bénédicte Prats (CFPPA de Coutances, 50)
- Hélène Védie (Grab)
- Marie-Laetitia Melliand, Monique Jonis, Mathieu Conseil, Aude Coulombel (Itab)

204105- Folio : q138 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

# 1-5 GESTION DE L'ENHERBEMENT



A. Coulombel

**La gestion de l'enherbement est un sujet tellement essentiel en maraîchage biologique qu'il mérite un tome à part. Le ▷ tome 3[1] ◁ lui est dédié spécifiquement. Elle est donc juste présentée succinctement dans ce chapitre. Le ▷ tome 2 ◁, quant à lui, traite de cette problématique par légume.**

## Pourquoi gérer l'enherbement ?

Les adventices des cultures, plus communément appelées mauvaises herbes, sont souvent gênantes pour les cultures en place et entrent en concurrence avec ces dernières pour différents éléments. Néanmoins, les mauvaises herbes ont parfois certains avantages et ne sont pas toujours un « gros » problème pour la culture en place ou pour les cultures suivantes. Voilà pourquoi en AB, on parle plutôt de gestion de l'enherbement que de destruction des adventices. Ce terme souligne l'intention de réguler le peuplement des mauvaises herbes à des niveaux acceptables en tenant compte des aspects économiques et écologiques.

## Concurrence avec la culture

On parle souvent de compétition des adventices avec la culture en place, cette compétition se présente sous plusieurs formes.

### Pour l'espace aérien (lumière)

Certaines adventices présentent un développement rapide et puissant, d'autres sont plus petites mais nombreuses et forment sur la terre un tapis dense et très étouffant. Dans certains cas d'infestation, le tapis de mauvaises herbes devient complètement asphyxiant pour les semis.

### Pour les éléments nutritifs

Les mauvaises herbes, comme n'importe quelle plante, ont des besoins nutritifs pour se développer. La plante va prélever ces éléments dans son environnement qui peut être le même que celui de la culture de rente et pénaliser cette dernière. Cette affirmation est tout de même à nuancer et va dépendre de plusieurs facteurs (capacité d'absorption, exigence en éléments nutritifs, formes assimilables ou pas des éléments).

### Pour l'espace souterrain

Certaines mauvaises herbes, principalement les vivaces, possèdent des systèmes racinaires plus puissants que les cultures.

### Pour l'eau

Ce phénomène est accentué si le stade de l'adventice est plus avancé que celui de la plante cultivé et si le temps est sec.

*1 - En cours de réalisation au moment de l'impression de ce guide*

204105- Folio : q139 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



### *L'allélopathie ou l'intoxication des plantes par les plantes*

*Les adventices sont parfois nuisibles pour la plante au travers de phénomènes allélopathiques : les plantes secrètent, via leurs racines, des substances limitant ou atténuant le développement des plantes voisines.*



*M. Conseil/P.A.I.S.-IBB*

▷ *Les adventices entrent en compétition avec la culture pour l'espace aérien et souterrain, les éléments nutritifs, l'eau…*

## Nuisibilité indirecte

Les adventices peuvent avoir un impact négatif indirect.

### Dépréciation des récoltes

La présence de fragments d'adventices peut diminuer la qualité de la production.

### Difficulté de ramassage

En maraîchage diversifié, les récoltes sont souvent manuelles, et la présence d'adventices hautes, piquantes, étouffantes… peut être très gênante et faire perdre du temps aux maraîchers.

### Ravageurs et maladies favorisés

Le développement des ravageurs et des maladies peut être favorisé par le microclimat créé par des adventices envahissantes et par la présence d'adventices qui sont hôtes de bio-agresseurs* des plantes cultivées.

## Effets positifs des adventices

Les « mauvaises herbes » peuvent avoir un effet positif sur le système de culture grâce à différentes propriétés.

### Meilleures structure et fertilité du sol

Leur système radiculaire souvent puissant et ramifié peut remonter des éléments nutritifs du sous-sol vers la surface et améliorer la structure, donc la circulation de l'air et de l'eau et donc l'alimentation des cultures.
La décomposition du système radiculaire peut permettre, dans certains cas, le maintien du taux de matière organique.
La présence des mauvaises herbes, surtout pendant l'interculture, limite le lessivage et permet ainsi un recyclage des éléments nutritifs et donc contribue à la fertilité des sols.
Les adventices légumineuses fixent l'azote de l'air et enrichissent la terre.

** Voir glossaire*

204105- Folio : q140 - Type : qINT-204105 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

### Réserves d'auxiliaires

Les adventices des cultures peuvent également se trouver dans les zones non cultivées. Les abords de champs et de serre sont des zones souvent peuplées d'adventices. Non gênantes pour la culture en place, elles peuvent toutefois grainer et se retrouver alors dans les parcelles cultivées. Néanmoins, ces herbes abritent une multitude d'auxiliaires. Cette biodiversité naturellement présente est une des bases des systèmes agricoles biologiques car elle participe à l'équilibre de l'écosystème de l'exploitation.



Adabio

▷ *Les zones non cultivées sont des zones de contamination potentielles mais également des réservoirs d'auxiliaires*

## Comprendre leur présence

Comprendre la présence des adventices est la première étape de la réflexion sur les méthodes de contrôle à utiliser et les stratégies à adopter pour une meilleure gestion de l'enherbement. L'objectif du ▷ **tome 3** ◁ est d'apporter des éléments techniques sur la mise en place des méthodes de gestion de l'enherbement, et d'aller plus loin dans la compréhension des systèmes maraîchers biologiques diversifiés.
La présence des adventices est difficile à expliquer car une multitude de facteurs intervient dans la levée des graines présentes dans le sol et beaucoup d'inconnues demeurent. Néanmoins, des phénomènes biologiques et certains facteurs environnants donnent des clés de compréhension de ce qui provoque ou non la germination des graines.

## Combiner prévention et méthodes curatives

La gestion de l'enherbement fait partie d'une gestion globale du système maraîcher, voire de l'ensemble de la ferme si d'autres ateliers existent. Elle ne saurait être traitée indépendamment des autres problématiques.

**Varier les cultures et les pratiques culturales** permet d'alterner en plus des familles botaniques, les apports de fertilisation, le travail du sol, les dates de semis, les techniques d'entretien…

**Gérer les zones non cultivées** (bout de champ, bout de serre, entre les serres, intérieur des serres, passages de roue…) qui sont des zones de contamination potentielles pour les parcelles cultivées mais également des réservoirs d'auxiliaires.

**Diminuer la pression des adventices en amont du cycle de culture** grâce aux couverts végétaux, aux faux-semis, à l'occultation, à la solarisation, au désherbage thermique, aux paillages…

**Utiliser des techniques pendant le cycle de culture** comme le hersage, le désherbage thermique, le binage, le buttage, le paillage, le désherbage manuel…



J. Jouanneau/Gab 44

▷ *Les couverts végétaux participent à la diminution de la pression des adventices*

204105 - Folio : q141 - Type : qINT-19-04-05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

### *En savoir plus*

***Tome 3***

▷ *Produire des légumes biologiques, Tome 3 « Gestion de l'enherbement »*

# RÉDACTION ET RELECTURE

**Texte source**
▷ Adabio

**Adaptation**
▷ Aude Coulombel (Itab)

**Relecture**
▷ Mathieu Conseil
et Frédéric Rey (Itab)

204105 - Folio : q142 - Type : qINT-19-04-05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

# 1-6 BIODYNAMIE

**Parmi les différentes approches de l'agriculture biologique, la biodynamie occupe une place particulière. C'est la première en date des méthodes dites « biologiques » comme alternative à l'invasion de l'agriculture par la chimie. Ses bases ont été posées dès 1924 par le philosophe et scientifique autrichien Rudolf Steiner[1]. C'est également la seule approche ayant connu un rayonnement international, et s'étant dotée à la fois de centres de formation et de recherche, parfois en lien étroit avec des instituts étatiques[2]. En France, le CFPPA d'Obernai (67) et le CFPPA de Segré (53), en partenariat avec le Mouvement de l'agriculture bio-dynamique (MABD), assurent une formation professionnalisante en biodynamie, il s'agit du BPREA « Polyculture-élevage adaptée à l'agriculture biodynamique ». Enfin, les principes de la biodynamie sont formalisés dans un cahier des charges donnant lieu à une certification par la marque internationale Demeter. Ces derniers temps, l'application de la biodynamie à la viticulture a largement contribué à son essor.**

## *La biodynamie... un peu, beaucoup, passionnément !*

*Souvent mal connus, et donnant lieu à de nombreuses idées reçues, les principes de la biodynamie font parfois peur. Entre d'un côté des biodynamistes convaincus et militants, qui ne se mélangent pas toujours au reste de la profession agricole, et de l'autre de grands domaines viticoles mondialement connus qui travaillent en biodynamie sans oser l'afficher commercialement, la palette des comportements vis-à-vis de ce courant est large.*

*Et c'est bien toute sa richesse : tout maraîcher peut s'y intéresser, piocher quelques principes, outils (calendrier lunaire...), préparations (stimulation du compost...), sans pour autant adhérer à la totalité de cette démarche aux fondements quasi-philosophiques.*

*1 - Rudolf Steiner (1861 – 1925) est le fondateur d'un courant de pensée, l'anthroposophie, qui a débouché sur plusieurs applications pratiques, les plus connues étant la « pédagogie Steiner » et la médecine anthroposophique*

*2 - Depuis sa fondation en Suisse en 1973, le FIBL – IRAB (Institut de recherche pour l'agriculture biologique) a entamé un programme d'essais et de recherches sur les pratiques bio-dynamiques*

204105- Folio : q143 - Type : qINT-20140505 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



# FONDEMENTS DE L'AGRICULTURE BIODYNAMIQUE

## Une alternative à l'agriculture chimique

L'agriculture biodynamique est née dans un contexte de rationalisation et d'industrialisation de l'agriculture, avec notamment l'introduction de la fertilisation chimique. Inquiets des premières manifestations de dégénérescence des semences et de nombreuses plantes cultivées, des agriculteurs allemands au fait du courant anthroposophique impulsé par Rudolf Steiner sollicitent celui-ci pour apporter des réponses aux problèmes qu'ils rencontrent. Dans un cycle de huit conférences[3], Steiner expose les fondements, à la fois philosophiques et pratiques d'une nouvelle approche de l'agriculture. Les travaux ultérieurs du chimiste et ingénieur en électricité E. Pfeiffer, qui avait assisté aux conférences, formaliseront dès les années 1930 les principes de cette approche, initialement appelée « fertilisation biologique ». De nombreux autres chercheurs et praticiens comme L. Kolisko, H. Koepf, M. Thun et A. Podolinsky ont poursuivi le développement de la méthode. Le changement dans la dénomination de la méthode, qui s'appelle dorénavant « agriculture biodynamique », témoigne d'un point de vue global sur la conversion à entreprendre : il ne s'agit pas du seul problème de la fertilisation, **le but de la biodynamie étant de construire des « organismes agricoles » adaptés au terroir, fonctionnant chacun avec un fort degré d'autonomie,** et apportant une réponse juste aux exigences du travail et aux besoins du marché.

## Des forces à l'œuvre dans la nature

Dans le sillage du poète allemand Goethe, Rudolf Steiner décrit ses perceptions d'un monde spirituel « suprasensible » et les moyens d'y avoir accès. En effet, selon l'anthroposophie, il y a un monde spirituel qui existe objectivement, et pas seulement dans le monde intérieur de l'être humain. L'esprit humain et l'esprit cosmique seraient de même nature, et tous deux fondamentalement accessibles à la connaissance, même si cela dépasse les facultés de la conscience humaine ordinaire actuelle. Il s'agit alors, pour comprendre la nature, d'accéder à l'idée (ou l'esprit) à l'œuvre dans celle-ci. C'est l'objet de la démarche scientifique de Goethe, qui part d'une observation phénoménologique fine de la nature. Il n'est donc nullement question de refuser l'apport des perceptions sensorielles, bien au contraire[4].

Le rôle de l'agriculture est alors de stimuler et d'harmoniser la circulation des forces formatrices (c'est-à-dire la vie active dans chaque plante et chaque animal) et celle des forces terrestres et cosmiques à travers le ciel, le sol, les plantes, les animaux et l'homme. L'intervention de l'homme passe non seulement par la mise en œuvre de bonnes pratiques agricoles, communes à toutes les approches

3 - *Ces huit conférences sont reprises dans l'ouvrage de Rudolf Steiner « Le cours aux agriculteurs », parfois aussi appelé « Agriculture, fondements spirituels de la méthode bio-dynamique »*

4 - *Voir la bibliographie en fin de chapitre : Rencontrer les plantes. Ed. Amyris*

204105 - Folio : q144 - Type : qINT-19-14-05 13:43:29
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

de l'agriculture biologique, mais aussi et essentiellement par des préparations spécifiques à base de plantes (pour certaines fermentées dans des enveloppes animales), de bouse de vache et de matières minérales ayant subi une transformation, ainsi que par l'observation et le respect des rythmes cosmiques matérialisés dans un calendrier astronomique détaillé qui s'applique à tous les travaux agricoles.

## Accès à la connaissance et rôle de la pratique

L'anthroposophie est également désignée comme « science de l'esprit ». Steiner postule en effet qu'il est possible, par des exercices précis, de développer les facultés qui permettent d'accéder aux connaissances spirituelles, et qu'on peut donc en retour leur donner une forme conceptuelle adaptée à la conscience moderne. L'approche anthroposophique, puis biodynamique, ne relève donc pas d'une croyance, mais d'un ensemble d'hypothèses pouvant se vérifier dans la pratique et la recherche agricole.
Pour autant, au-delà des connaissances et pistes de travail apportées par l'anthroposophie, le rôle du praticien est primordial en biodynamie, de même que le rôle d'une recherche scientifique non réductionniste. Ainsi, aux méthodes analytiques et quantitatives classiques s'ajoutent des méthodes qualitatives globales, comme la morphochromatographie, la cristallisation sensible[5] et l'étude morphologique. La biodynamie est donc très loin d'un retour romantique à la nature, et met en avant une démarche active de compréhension des lois de la nature, dans le but de les respecter ensuite au mieux dans les pratiques agricoles.

### *Paroles et pratiques de maraîchers biodynamistes*

*Lorsqu'on décide d'aborder l'agriculture avec l'approche biodynamique, il faut chercher à développer des facultés d'observation pour toujours mieux sentir l'état du sol, le temps et la santé de ses plantes. L'approche goethéenne de la nature (explicitée par des stages à la Maison de l'agriculture bio-dynamique) offre une aide à cela.*
*Pour améliorer ses perceptions et son ressenti, il est intéressant de* ***noter ses observations*** *pour pouvoir en tirer des enseignements. Cultiver le ressenti ne signifie pas « rêver » ; il faut également* ***cultiver la rigueur et organiser son travail*** *(calendrier des travaux, report des travaux non faits la semaine précédente sur la nouvelle semaine, etc.).*

*5 - Ces deux méthodes mises au point par E. Pfeiffer visent à visualiser les « forces formatrices éthériques » et la « vitalité » des aliments. La première utilise la chromatographie sur papier classique pour faire migrer les substances internes de l'aliment à analyser. La seconde méthode utilise la cristallisation d'une solution de chlorure de cuivre à laquelle est ajouté un extrait de la substance à étudier, ce qui a pour effet de modifier de façon caractéristique les formes obtenues. La vitalité et le degré d'organisation des substances étudiées s'observent par les formes obtenues, à partir d'une typologie basée sur les résultats de l'application de ces mêmes méthodes à différentes parties d'une plante. Ces méthodes peuvent aussi permettre de qualifier une terre (notamment en fonction de sa richesse en humus). Les résultats arrivent donc sous forme d'images qui donnent des indications qualitatives.*
***Pour aller plus loin, voir :*** *Taupier-Létage B. 2003. Approche de la qualité par les méthodes globales d'analyses. AlterAgri n°60 et Collectif. 2011. Approches globales d'évaluation de la qualité. Actes du colloque. Itab, FPH.*

204105- Folio : q145 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



# NOTION D'ORGANISME AGRICOLE



ML. Melliand

▷ *Une ferme en biodynamie*

## Recherche d'un équilibre : autonomie et diversité de la ferme

L'approche biodynamique se situe à l'extrême opposé du mouvement de spécialisation de l'agriculture qui a marqué le 20e siècle. Alors que la mécanisation et l'industrialisation ont fait de l'entreprise agricole spécialisée, traversée par des flux de matière (semences, intrants, matières premières et produits finis) un maillon d'un vaste complexe agro-industriel, la biodynamie voit dans la ferme idéale un tout clos, une unité vivante englobant une multitude d'activités, de cultures et d'animaux, interconnectés et reliés à un terroir. C'est la notion d' « organisme agricole », identifiée comme centrale dès le Cours aux agriculteurs de Steiner.
La ferme doit donc, idéalement, pouvoir produire tout ce dont elle a besoin, tout intrant apparaissant alors comme un correctif face à un état de déséquilibre : « au fond, tous les fertilisants et autres produits similaires introduits de l'extérieur devraient être considérés, dans un domaine où l'organisation serait idéale, comme des remèdes pour une ferme tombée malade »[6]. Cela est particulièrement vrai en ce qui concerne l'alimentation des animaux et surtout la fumure, deux domaines pour lesquels une indépendance quasi-complète est recherchée.
**L'autonomie de la ferme réside dans une diversité des ateliers mis en place, associant notamment le végétal à l'animal** (diversité des espèces cultivées, rotations et assolement des cultures d'une part, et d'autre part diversité des espèces animales et chargement à l'hectare).

## Présence animale et présence végétale sur la ferme

Le rôle de l'agriculteur biodynamique est de créer, grâce à l'aménagement d'un paysage diversifié, un environnement le plus favorable possible aux plantes qu'il cultive et aux animaux qu'il élève, dans le but de produire des aliments sains et de qualité. Cet environnement favorable est directement corrélé à l'instauration d'un équilibre entre les présences animale et végétale. Les plantes et les animaux ont deux fonctions très différentes dans la nature, ce qui peut se résumer par l'axiome « la plante donne et l'animal prend ». **Bien plus qu'une relation de prédation, cela traduit le fait que le règne végétal, par la photosynthèse, produit la vie, et que le monde animal est là pour structurer cette vie.** Sans présence animale, la nature ne disposerait pas des forces régulatrices lui permettant d'organiser son exubérance. Ainsi, l'abeille, de même que les autres insectes pollinisateurs, favorisent et soutiennent la qualité de la fructification, permettant d'aboutir au fruit.
Selon l'approche biodynamique, lorsque la présence animale n'est pas suffisante, c'est de manière pathologique qu'elle intervient, dans le but de rétablir l'équilibre. Les attaques parasitaires sont donc à lire dans cet esprit d'équilibre dynamique.
Il n'est cependant pas toujours possible (domaines viticoles, maraîchage) d'assumer cet équilibre végétal-animal. C'est alors à l'échelle d'une micro-région qu'il faut le rechercher, avec des associations entre plusieurs agriculteurs ayant mis en place des ateliers complémentaires (élevage, maraîchage ou arboriculture fruitière, apiculture...). Des pratiques additionnelles (haies fleuries, bandes enherbées) favorisent l'implantation et la permanence d'une faune sauvage auxiliaire.

6 - *Rudolf Steiner. 1924. Cours aux agriculteurs. Deuxième conférence.*

204105- Folio : q146 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

### *Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques*

*Pour avoir une partie de sa propre fumure animale, on peut envisager d'avoir un petit élevage de poules ou quelques porcs : ils transforment les déchets et les invendus et produisent de la fumure.*

# COMPRÉHENSION DU VÉGÉTAL EN BIODYNAMIE

L'approche de la biodynamie cherche à comprendre la plante non seulement dans ses aspects fonctionnels, mais aussi dans ses aspects « processuels », c'est-à-dire en tant qu'être vivant. **La plante est ainsi vue comme un être vivant qui révèle sa nature dans l'espace (l'environnement, le milieu) et dans le temps (par sa croissance).**

## La plante dans le temps

On peut distinguer deux phases fondamentales au cours de la croissance du végétal. Pendant la phase végétative, la plante « verte » crée de la substance par le biais de la photosynthèse. Cette phase permet la formation de la tige et des feuilles. Peu à peu, au fil de la croissance, cette phase végétative perd de sa puissance et laisse progressivement place (voire assez soudainement, dans certains cas) à la phase générative, durant laquelle la plante forme ses organes de fructification.
Dans le cas des légumes cultivés, et résultant donc d'un travail de sélection par l'homme sur une échelle de temps longue, l'organe qui est récolté réunit les caractéristiques de la phase végétative et de la phase générative :

- ▹ l'aspect végétatif est donné par le caractère charnu, juteux, épais,
- ▹ l'aspect génératif est donné par le caractère aromatique, sucré et coloré, avec une concentration importante de matières nutritives.

D'un point de vue « processuel », chaque légume est une « fructification », puisqu'il réunit toutes les caractéristiques citées ci-dessus. On parle d'ailleurs de laitue « pommée », montrant en cela que la laitue est bien soumise à un processus de croissance semblable à celui d'un fruit (ceci n'a jamais lieu chez les plantes sauvages qui ne forment jamais de « pomme » avec des organes foliaires). Le travail du maraîcher consiste donc à soutenir la croissance du végétal dans le temps afin de favoriser la formation de la « fructification ». Pour cela, l'apport de la fumure animale est une aide importante.

## La plante entre ciel et terre

Par ailleurs, la plante s'ancre dans le sol et se développe dans le milieu aérien, dans l'espace. Accompagner la plante dans sa croissance entre ciel et terre consiste donc à créer les meilleures conditions possibles du milieu. Cette démarche fait appel aux différentes préparations biodynamiques :

- ▹ les préparations du compost, qui, avec la fertilisation par celui-ci, renforcent les capacités de la plante à utiliser certains éléments chimiques présents dans le sol,
- ▹ les préparations à pulvériser, qui ont à la fois une action sur le lien entre la plante et le sol et sur le lien entre la plante et le cosmos.

Le maraîcher doit aussi être en capacité d'apporter des éléments de correction lorsque l'équilibre du milieu est perturbé. Pour cela, on aura essentiellement recours aux plantes médicinales, utilisées en tisanes, décoctions à chaud, trempages à froid et purins divers. On trouvera de nombreuses recettes détaillées dans les ouvrages spécialisés.

204105- Folio : q147 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



## Prise en compte des rythmes

Dans la pratique biodynamique, le rythme est une permanente adaptation aux conditions de l'environnement. Ainsi les rythmes lunaires, planétaires et zodiacaux sont pris en compte (avec une importance variable selon les courants), pour le travail du sol, les plantations, les semis, les récoltes ou l'emploi des préparations biodynamiques. Il s'agit en effet de mieux relier la plante au cosmos, dont elle reçoit de nombreuses influences, bien au-delà de la simple lumière du soleil.
Pour faciliter la mise en œuvre pratique, des chercheurs-expérimentateurs comme F.z Rulni puis M. Thun ont mis au point un « calendrier des semis »[7] donnant des indications précises sur les périodes les plus favorables selon le type d'organe végétal recherché (jours racine, feuille, fleur ou fruit) si elles sont utilisées à bon escient, et sur les rythmes les plus déconseillés (nœuds lunaires notamment).

### *Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques*

*Il faut essayer de se familiariser dès le début avec le calendrier biodynamique. On peut chercher à l'intégrer petit à petit, en commençant par éviter les mauvais jours (nœuds lunaires en particulier) et en observant aussi les différences entre les jours de culture (jours racine, feuille, fleur et fruit).*





*ML. Melliand*

7 - *Voir bibliographie en fin de chapitre*

204105- Folio : q148 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# COMPOST ET PRÉPARATIONS BIODYNAMIQUES

## La notion de transformation

Le compost, et les préparations biodynamiques qui lui sont associées, sont au cœur de l'agriculture biodynamique. Le principe du compostage consiste à mettre en tas de la matière organique animale et végétale (les deux types doivent idéalement être présents, les déjections de bovins étant considérées comme fondamentales) de façon à la faire évoluer, à la suite de processus complexes, vers un stade de stabilisation et de structuration dans l'élément solide.
Les objectifs du compostage peuvent se lire selon différents degrés :

- en premier lieu, le compostage permet de réduire la matière organique brute en particules de faible dimension (plus exactement, en particules colloïdales). Or l'enfouissement de déchets organiques non décomposés peut gêner le développement des racines, avoir des effets inhibiteurs sur la croissance des plantes, entraîner des excédents ponctuels d'azote ou des phénomènes de lessivage ;
- en second lieu, le compostage permet de réguler la vitalité trop forte provoquée par la décomposition directement dans le sol des matières organiques, et d'équilibrer ainsi la croissance des plantes,
- enfin, en restituant au sol des substances humiques ayant subi un processus de transformation, le compost permet « la vivification de l'élément terrestre ».

### *Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques*

*L'emploi direct d'engrais organiques du commerce favorise le parasitisme. Si on ne peut s'en passer, il faudrait autant que possible introduire l'engrais organique dans le compostage pour qu'il subisse ce processus. Mais l'idéal est de trouver du fumier animal frais pour le composter en tas.*

La transformation du fumier en compost, qui exige le passage par une phase de chaos, c'est-à-dire de destructuration, désarticulation temporaire, résume en partie le rôle des « préparations » en biodynamie. Il s'agit de substances élaborées spécialement pour aboutir, comme pour le compost, à une structure colloïdale[8] stable. Elles sont utilisées en très petites quantités sur les sols, les plantes et les amendements organiques (comme le compost). Elles ont pour fonction d'apporter à l'engrais et au sol (et à la plante par l'intermédiaire du sol), des forces organisatrices, stimulant les processus vitaux, et les rendant plus réceptifs aux influences subtiles de l'environnement.

### *Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques*

*En maraîchage, arboriculture et viticulture, il ne faut utiliser que des matières organiques compostées et ne jamais enterrer de matière organique fraîche. En effet l'herbe verte, par exemple, est encore pleine de force de vie, ce qui va favoriser la croissance d'autres adventices. De même, une mauvaise fumure est souvent la cause de l'apparition des pathogènes.*
*Michel Leclaire, maraîcher en biodynamie pendant 40 ans, témoigne : « J'ai toujours constaté la grande différence entre l'apport du compost ou fumier composté qui a reçu des préparations biodynamiques et une fumure de granulés d'engrais organique du commerce même avec le logo AB. Il faut bien*

8 - *Structure colloïdale* : Suspension d'une ou plusieurs substances formant une dispersion homogène de particules*

204105- Folio : q149 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



*reconnaître qu'il est plus pratique de semer des granulés que d'élaborer et d'épandre du compost. L'investissement dans le domaine économique (achat et temps de travail) est plus important au départ pour le compost. Par contre sur le moyen terme et le long terme, le producteur est gagnant : augmentation des rendements, meilleure qualité gustative et de conservation, diminution du parasitisme et de la pression de l'herbe. J'ai personnellement démarré ma reconversion avec des engrais organiques sans apport de compost. La mise en place du compostage et la fertilisation avec ce compost a augmenté les rendements d'une façon importante, mes clients ont apprécié la qualité des légumes, ma situation économique s'est de même améliorée. »*

## Préparations du compost

Les préparations pour le compost sont élaborées à partir de plantes médicinales poussant chacune dans un milieu déséquilibré (par exemple la matricaire camomille pousse sur des sols minéralisés, compactés et ayant une forte tendance à la battance) et formant donc une sorte de préventif contre ces conditions, et d'organes animaux qui sont utilisés comme enveloppes pour ces plantes :

- **n° 502 :** fleurs d'achillée millefeuille *(Achillea millefolium)* et vessie de cerf,
- **n° 503 :** fleurs de camomille matricaire *(Matricaria chamomilla)* et intestin grêle de bovin,
- **n° 504 :** grande ortie *(Urtica dioica),* toute la pousse, juste avant la floraison,
- **n° 505 :** écorce de chêne pédonculé *(Quercus robur)* et crâne d'un animal domestique,
- **n° 506 :** fleurs de pissenlit *(Taraxacum officinalis)* et mésentère de bovin,
- **n° 507 :** inflorescences de valériane *(Valeriana officinalis)* en décoction.

### Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques

*Les six préparations du compost sont introduites en petite quantité dans le compost (et dans le compost de bouse) lors du montage du tas à raison de 2 à 3 g de chaque préparation (et 5 ml d'extrait de valériane) pour 10 à 12 m³ de compost. Il s'agit véritablement de doses infinitésimales, comme en homéopathie.*

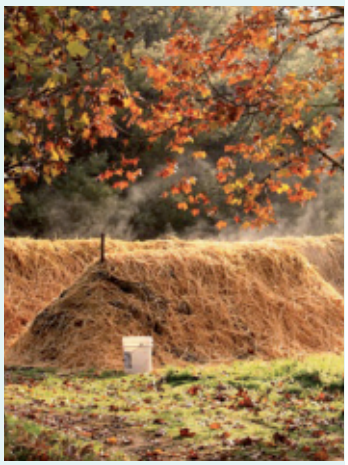
Chacune de ces plantes stimule un ou plusieurs processus physico-chimiques essentiels à la croissance harmonieuse de la plante. Ainsi :

- l'achillée millefeuille agit sur le potassium[9],
- la camomille agit sur le potassium mais aussi sur le calcium,
- l'ortie agit sur le potassium, le calcium et surtout le fer,
- le chêne agit sur le calcium, présent dans l'écorce sous une structure particulière,
- le pissenlit agit sur le potassium et le silicium,
- la valériane agit sur le phosphore.

Les enveloppes animales sont quant à elles en lien avec les différentes fonctions métaboliques de l'animal.

### Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques

*Si on dispose de matière organique insuffisamment décomposée, on utilisera du compost de bouse (composé de bouse de vache dans laquelle on a introduit les six préparations du compost). On pulvérise ce « compost liquide » sur le sol à raison de 240 g/ha environ, après brassage durant 20 minutes dans 40 à 50 litres d'eau. Ce procédé est particulièrement intéressant en phase de conversion et lors de l'enfouissement d'engrais vert. En général on pulvérise cette préparation plutôt en automne ou au début du printemps avant la bouse de corne.*



M. Quentin

▷ *Les préparations du compost sont introduites dans le compost*

9 - *Des essais ont montré que des plantes poussant dans un sol ayant reçu de la préparation d'achillée avaient une meilleure capacité à prélever le potassium du sol*

204105- Folio : q150 - Type : qINT-20140505 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

## Bouse de corne et silice de corne

Deux autres préparations, à pulvériser, interviennent au cours du cycle agricole.

### Bouse de corne

**La bouse de corne (ou préparation n° 500) se compose de fumier bovin dont on remplit des cornes de vache.** Elle subit un processus de transformation en étant enterrée dans le sol pendant l'hiver. Cette préparation est utilisée en pulvérisation sur le sol, à grosses gouttes, le soir (moment de la journée où les forces se concentrent dans le sol) au semis, au repiquage, et pendant la phase végétative. La bouse de corne s'adresse ainsi au sol et aux racines des plantes. Elle constitue un édificateur de la structure du sol en favorisant l'activité microbienne et la formation de l'humus, améliorant ainsi l'absorption racinaire et la rétention d'eau dans le sol.

### Silice de corne

**La silice de corne (ou préparation n° 501) se compose de poudre de quartz (silice cristallisée) finement moulue enterrée dans une corne de vache durant la période estivale.** On l'utilise en pulvérisation fine, tôt le matin (moment d'expansion des forces) lorsque les plantes commencent à se diriger vers la formation de leur organe de fructification. La silice de corne est destinée à renforcer le lien de la plante avec la lumière, et s'adresse aux organes aériens.

#### *Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques*

*« Les pulvérisations de silice de corne (501) en cours de végétation sont indispensables. Mon expérience m'a montré que la silice structure la plante, la renforce, les champignons et autres maladies cryptogamiques ont des difficultés à s'implanter sur les feuilles, la qualité gustative des productions est améliorée avec une teneur en sucre plus élevée, en particulier sur les légumes-racines. J'ai constaté une pression moindre de maladies sur les plantes qui ont reçu la silice. » Cette préparation sera pulvérisée très tôt le matin (au lever du soleil et jusqu'à 8h30 – 9h) à raison de 4 g/ha, brassés une heure dans 30 à 40 litres d'eau. Il faut toujours commencer par pulvériser la bouse de corne avant de pulvériser plus tard, au stade voulu, la silice de corne.*

### Relier la plante à son environnement

Ces deux préparations visent à mieux relier la plante à son environnement : la bouse de corne stimule le lien des racines au sol et la silice permet à la plante de mieux utiliser la lumière solaire. De plus, en utilisant ces deux préparations de manière différenciée, l'idée est aussi de pouvoir compenser, au moins partiellement, certains déséquilibres climatiques. On pourra ainsi par exemple augmenter la fréquence d'utilisation de la silice en année humide et peu ensoleillée.

#### *Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques*

*Pour le brassage de ces préparations il faut s'équiper d'un bon dynamiseur (manuel ou mécanique) et veiller à la qualité de l'eau (idéalement de l'eau de pluie ou d'un puits). Il faut également se munir d'un pulvérisateur exclusivement réservé à la pulvérisation des préparations.*
*De même il faut attacher un grand soin à la conservation de toutes les préparations qui sont des matières « vivantes » : dans une caisse organisée en plusieurs compartiments dont chacun est isolé par de la tourbe, rangée dans un endroit à l'abri des perturbations électromagnétiques, ou de pollutions par diverses substances (fioul, essence ou autres).*

204105 - Folio : q151 - Type : qINT-19-04-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche



# DÉMARCHE DE RECHERCHE EN BIODYNAMIE

## Semences et variétés

Le Mouvement de l'Agriculture Bio-Dynamique présente le projet bio-dynamique tel qu'il a été défini par Rudolf Steiner lors du Cours aux agriculteurs : « l'agriculture biodynamique est une agriculture assurant la santé du sol et des plantes pour procurer une alimentation saine aux animaux et aux êtres humains. » La biodynamie vise ainsi l'idéal d'une alimentation favorable au vivant, où le travail de l'agriculteur consiste à encourager et harmoniser les forces créatrices de la nature pour les transformer en une nourriture vivifiante, et pas seulement indemne de substances toxiques ou néfastes. Cette recherche de qualité est intimement liée à la notion de terroir. En effet, **l'agriculture biodynamique cherche avant tout à mettre en valeur dans ses produits les qualités du terroir. C'est notamment cet aspect qui a consacré le succès de l'approche biodynamique en viticulture.**
L'expression du terroir passe aussi par le matériel génétique employé : races pour les animaux d'élevage, variétés et types de semences pour les végétaux cultivés.

### *Paroles et pratiques de maraîchers biodynamiques*

*Le choix des semences est un élément important pour garantir un bon état sanitaire des cultures ainsi que de bons rendements dans le cadre de la biodynamie. On néglige trop souvent cet aspect fondamental qui va déterminer tout le développement de la plante. Malgré des initiatives de multiplication et de sélection de nouvelles variétés de légumes, il n'existe malheureusement pas encore de variétés adaptées à la biodynamie pour toutes les espèces de légumes.*
*Pour améliorer la germination et la santé des jeunes plantes, on peut procéder la veille du semis à des bains de semences dans des tisanes de plantes.*

L'évolution de la réglementation européenne sur les variétés, avec notamment la mise en place de catalogues officiels, a conduit à l'éviction de nombreuses variétés locales. Par ailleurs, la plupart des obtenteurs et entreprises semencières proposent aujourd'hui essentiellement des variétés hybrides, ou élaborées avec un recours croissant aux biotechnologies. L'agriculture biodynamique se place en totale opposition avec cette vision. Les variétés traditionnelles, sélectionnées sur un terroir donné et donc susceptibles de le valoriser, se caractérisent également par un équilibre entre des qualités techniques prises en compte par l'agriculteur (productivité, précocité, rusticité) et des qualités alimentaires et gustatives attendues par les consommateurs. La stabilité et la capacité d'évolution, deux caractères liés au fait qu'il s'agit de populations, confèrent à ces variétés une adaptabilité et une indépendance vis-à-vis des semenciers.
L'approche biodynamique ne se résume cependant pas seulement à une activité conservatrice. Le travail de sélection variétale, sur la base des critères de qualité biodynamiques, est également central. Ainsi les sélectionneurs biodynamistes suisses et allemands, au sein de l'association Kultursaat, ont déjà créé plusieurs variétés de carottes, choux et autres légumes utilisés dans la pratique professionnelle[10]. D'autres initiatives de sélection biodynamique de légumes existent aussi en Autriche (Reinsaat) et en Hollande (De Bolster).

*10 - Voir bibliographie en fin de chapitre ou www.kultursaat.org (uniquement en langue allemande)*

204105- Folio : q152 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Recherche et expérimentation

Loin de se poser dans un schéma passéiste de reconquête d'un passé agricole idéal, la biodynamie met au contraire en avant les notions de recherche, d'expérimentation, de prospection.
Il s'agit de valider par des expériences vérifiables d'un point de vue scientifique, tel que le postulait Steiner, les fondements de l'approche biodynamique. Plusieurs programmes de recherche menés avec des instituts publics sont en cours en Suisse et en Allemagne. Ils cherchent à établir des comparaisons sur le long terme entre les agricultures conventionnelle, biologique et biodynamique. Ils concernent en particulier la viticulture, domaine où l'approche biodynamique est de plus en plus reconnue. Par ailleurs, de très nombreux essais ont été effectués sur les préparations biodynamiques depuis les débuts de la biodynamie[11].

### *Un essai comparatif en place depuis 1981 !*

*C'est au FiBL, institut technique suisse dédié à l'agriculture biologique, qu'est conduit depuis 1981 l'essai de plus longue durée en AB, l'essai DOC. Ce programme de recherche unique en son genre permet la comparaison de trois systèmes agricoles, D (biodynamique), O (bio-organique) et C (conventionnel) sur une rotation de grandes cultures incluant des pommes de terre et du trèfle, et ce depuis 1981.*
*Une synthèse en français est disponible sur le site du Fibl : http://www.fibl.org/fr.*

D'autre part, il s'agit aussi d'apporter de nouvelles réponses et de nouveaux développements à la pratique de l'agriculture biodynamique. Ainsi, l'association Kultursaat soutient des actions de sélection biodynamique sur une douzaine de légumes menées dans des fermes d'Allemagne, de Suisse et des Pays-Bas par 18 sélectionneurs (▹ **voir chapitre 3-1 Semences** ◃). Fruit d'un travail de 25 ans, cette initiative permet aujourd'hui la conservation *in situ* de centaines de variétés, la création, l'évaluation et la diffusion de plusieurs dizaines de variétés adaptées à l'agriculture biologique et biodynamique[12].

*11 - La recherche sur les préparations biodynamiques. Editions MCBD.*

*12 - Voir bibliographie en fin de chapitre*

204105- Folio : q153 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# RESSOURCES ET BIBLIOGRAPHIE


- H. Koepf, W. Schaumann, M. Haccius. 1996. **Agriculture biodynamique. Introduction aux acquis scientifiques de sa méthode.** EAR, Genève.
- F. Delmond. 2007. **Présentation de l'association Kultursaat.** Note dans le cadre du programme européen FSO.
- Collectif. 2006. **L'agriculture biodynamique : une culture du vivant.** Collection Cahier de Biodynamis n°9. Syndicat d'Agriculture Bio-Dynamique. Edition MCBD. Colmar.
- P. Masson. 2012. **Guide pratique de la biodynamie à l'usage des agriculteurs.** Edition Biodynamie services.
- G. Meissner. Mars 2011. **Viticulture biodynamique** (traduction de Joséphine Bernhardt). Congrès : L'approche biodynamique de la vigne. Mouvement de de l'Agriculture Bio-Dynamique.
- R. Steiner. 1924. **Cours aux agriculteurs.** Novalis.
- C. Raiffaud. 2001. **Produits « bio » : de quelle qualité parle-t-on ?** Editions Educagri.
- Collectif. 2012. **Le compost biodynamique.** Biodynamis Hors-série n°14. Edition MABD, Colmar.
- Collectif. 2009. **Le ver de terre, l'abeille et la vache.** Biodynamis Hors-série n°11. Edition MABD, Colmar.
- M. et M. T. Thun. 2012. **Calendrier des semis.** Edition MABD, Colmar.
- A.-C. Moy, H. Zaharia. 2009. **Kultursaat : une association pour soutenir la sélection biodynamique.** Bulletin de liaison n°35 du Réseau Semences Paysannes. Réseau Semences Paysannes, Aiguillon.
- U. J. König (coordinateur). **La recherche sur les préparations biodynamiques.** Classeur pédagogique. Edition MCBD. Colmar.
- C. Escriva, J.-M. Florin. 2011. **Rencontrer les plantes.** Editions Amyris.
- B. Taupier-Létage. Juillet - août 2003. **Approche de la qualité par les méthodes globales d'analyses.** AlterAgri n° 60. Itab.
- Collectif. 2011. **Approches globales d'évaluation de la qualité.** Actes du colloque. Itab, Fondation Charles-Léopold Mayer pour le Progrès de l'Homme.
- Collectif - FIBL. 2001. **Résultats de 21 ans d'essai DOC : le bio améliore la fertilité du sol et la biodiversité.** Dossier IRAB-FIBL.


**Sites internet**

- Portail du Mouvement de l'agriculture bio-dynamique : **www.bio-dynamie.org**
- Portail du Réseau Semences paysannes : **www.semencespaysannes.org**
- Portail de l'association Kultursaat : **www.kultursaat.org** (uniquement en langue allemande).

# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**

- Margot Jobbé Duval (Itab) et Jean-Michel Florin (MABD)

**Relecture**

- Monique Jonis, Marie-Laetitia Melliand, Blaise leclerc et Mathieu Conseil (Itab)
- Martin Quantin, Soazig Cornu (MABD)

204105- Folio : q154 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Digital

# CHAPITRE II
# Santé des plantes



L. Fourrié

204105 - Folio : q155 - Type : qINT-19-04-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bagokta

**2-1 GESTION GLOBALE DE L'AGROSYSTÈME : CRÉER UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE AUX CULTURES ET À LEURS AUXILIAIRES** ..... **157**

- PRINCIPES GÉNÉRAUX ..... 158
- TIRER BÉNÉFICE DES MÉCANISMES DE RÉGULATION EXISTANT DANS LA NATURE ..... 159
- PRINCIPAUX AUXILIAIRES : DES ALLIÉS DIVERS ET VARIÉS ..... 162
- FAVORISER LA BIODIVERSITÉ DANS L'ENVIRONNEMENT DES PARCELLES : BANDES FLEURIES, HAIES, NICHOIRS ..... 171
- COMPLEXIFIER LE SYSTÈME CULTIVÉ (VARIÉTÉS, ROTATIONS...) ..... 183
- SOURCES ..... 185
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 186

**2.2 - MOYENS DE LUTTE DIRECTE POUR MAÎTRISER LES BIO-AGRESSEURS** ..... **187**

- QUELQUES DÉFINITIONS UTILES ..... 188
- QUE DISENT LES RÉGLEMENTATIONS FRANÇAISES ET EUROPÉENNES ? ..... 189
- CAS DES PRÉPARATIONS NATURELLES PEU PRÉOCCUPANTES ET DES SUBSTANCES DE BASE ..... 194
- RECOMMANDATIONS SUR L'UTILISATION DE PRODUITS DE TRAITEMENTS EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE ..... 197
- MÉTHODES PASSIVES DE CONTRÔLE DES RAVAGEURS : FILETS ANTI-INSECTES (OU INSECT-PROOF) ..... 199
- MÉTHODES THERMIQUES DE CONTRÔLE DES RAVAGEURS ET DES MALADIES TELLURIQUES : SOLARISATION ET DÉSINFECTION VAPEUR ..... 202
- AUTRES MÉTHODES DE RÉGULATION DES RAVAGEURS ..... 206
- SOURCES ..... 207
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 208

204105- Folio : q156 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**2-3 PRINCIPAUX RAVAGEURS DES LÉGUMES ..... 209**

- RAVAGEURS AÉRIENS (NOCTUELLES, TEIGNES, PUCERONS...) ... 210
- RAVAGEURS TERRICOLES (TAUPINS, NOCTUELLES...) ..... 245
- AUTRES TYPES DE RAVAGEURS (LIMACES, CAMPAGNOLS...) ..... 255
- SOURCES ..... 259
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 260

**2-4 PRINCIPALES MALADIES DES LÉGUMES ..... 261**

- CHAMPIGNONS ..... 262
- BACTÉRIOSES ..... 282
- VIROSES ..... 286
- SOURCES ..... 289
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 289

**2-5 PROTECTION BIOLOGIQUE DES LÉGUMES ..... 290**

- UTILISER LES RELATIONS INTERSPECIFIQUES EXISTANT DANS LA NATURE ..... 292
- PRINCIPALES MÉTHODES DE LUTTE BIOLOGIQUE ..... 293
- PRINCIPAUX AUXILIAIRES UTILISÉS EN LUTTE BIOLOGIQUE ..... 295
- LUTTE BIOLOGIQUE ET USAGE DE PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES ..... 299
- QUELQUES EXEMPLES DE LUTTE BIOLOGIQUE ..... 301
- SOURCES ..... 304
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 304

204105- Folio : q157 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Yellow

# 2-1 GESTION GLOBALE DE L'AGROSYSTÈME : CRÉER UN ENVIRONNEMENT FAVORABLE AUX CULTURES ET À LEURS AUXILIAIRES

**Le principe fondateur de la production biologique étant de ne pas avoir recours aux produits issus de la chimie organique de synthèse pour la gestion des adventices, des bio-agresseurs[1] (ravageurs, pathogènes) et pour la fertilisation, il est nécessaire d'envisager différemment la façon de produire, notamment en basant la production non pas sur l'usage de produits curatifs, mais sur la prophylaxie et sur les principes de base de l'agronomie : mise en place de rotations longues, associations culturales, amendements et engrais organiques... L'objectif est de créer des conditions propices au développement des cultures et défavorables à celui des bio-agresseurs et des adventices, c'est-à-dire chercher à recréer dans le système agricole, les équilibres écologiques dynamiques qui existent dans la nature.**

1- *Bio-agresseurs : ensemble des organismes vivants (animaux, champignons, bactéries...) susceptibles de perturber ou de compromettre partiellement ou totalement le développement et la production des plantes cultivées*

204105- Folio : q158 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

# PRINCIPES GÉNÉRAUX

Tous les éléments vivants (plantes, animaux) et inertes (sol, eau, air) étant en interaction, **il est essentiel de considérer le système agricole (ou agro-système) dans sa globalité : cultures, sol, environnement de la parcelle, et d'agir sur plusieurs paramètres** en tenant aussi compte des influences de l'environnement extérieur à la ferme (cultures et pratiques culturales du voisinage, paysage…). Ainsi, face à une prolifération de bio-agresseurs, le raisonnement n'est plus : « quel produit va permettre de les éliminer ? », mais plutôt « comment est-il possible de restaurer un équilibre ?», et donc d'enrayer la prolifération, même si dans certains cas le recours à un bio-pesticide[2] peut être utile pour « sauver » la récolte en attendant que des équilibres se remettent en place.

Par définition, un système agricole productif, même peu intensif, est déséquilibré puisqu'on favorise une espèce (la culture) au détriment de toutes les autres. Plus le système est artificialisé (faible biodiversité naturelle) et monocultural (faible biodiversité cultivée), dans l'espace (monoculture) et dans le temps (rotation courte voire inexistante), plus les risques de prolifération des ravageurs et des maladies sont importants, une fertilisation excessive ou inadaptée aux besoins physiologiques de la culture étant un facteur aggravant. Si l'on considère que la prolifération (et non pas la simple présence) des bio-agresseurs résulte d'un déséquilibre du système agricole, alors, en agriculture biologique, où il existe très peu de moyens de lutte directe, il est primordial de favoriser la régulation naturelle des bio-agresseurs et la résilience[3] du système face aux différentes agressions (biotiques ou abiotiques) :

- ▹ en introduisant de la biodiversité en créant ou en permettant le développement d'un environnement des parcelles favorable à l'installation de la faune auxiliaire par la présence d'abris et de nourriture : bandes enherbées, haies fleuries, zones de végétation naturelle…,
- ▹ en complexifiant le système : parcelles de taille limitée, espèces et variétés cultivées diverses et adaptées au contexte pédo-climatique, rotations longues et diversifiées, associations d'espèces végétales ligneuses et herbacées, agroforesterie...

Quant à la maîtrise des adventices, elle se fait par des moyens mécaniques et/ou thermiques et par des techniques agronomiques : rotations, paillages, engrais verts, semis sous couvert.

Ce principe fondamental de prévention est présent dans la réglementation européenne sur l'agriculture biologique[4] : « la protection des cultures doit être basée sur la préservation de la santé des végétaux au moyen de mesures préventives, notamment en choisissant des espèces et des variétés appropriées et résistantes aux nuisibles et aux maladies, en assurant dûment une rotation appropriée des cultures, en recourant à des méthodes mécaniques et physiques et en protégeant les prédateurs naturels des nuisibles ». La réglementation est donc claire, l'agrobiologiste doit **mettre en place toutes les mesures agronomiques nécessaires pour éviter l'apparition et le développement des ravageurs et des maladies en donnant à la culture les moyens de se défendre par elle-même** et en aménageant son environnement pour permettre la régulation naturelle des ravageurs et des pathogènes.

Ce chapitre est consacré aux moyens indirects qu'il est possible de mettre en œuvre dans un système maraîcher afin de prévenir la prolifération des maladies et des ravageurs. Sont principalement abordés ici les aspects concernant l'agro-écologie (biodiversité fonctionnelle*) et l'importance des choix variétaux. Les aspects agronomiques (rotations) sont détaillés dans le ▹ **chapitre 5-1** ◃. Les éléments spécifiques de chaque légume sont présentés dans les fiches espèces du ▹ **tome 2** ◃.

*2 - Bio-pesticides : substances naturelles (organique ou minérale) c'est-à-dire non issues de la chimie organique de synthèse, ayant une action biocide directe (fongicide, insecticide…) sur des organismes vivants (ravageurs, pathogènes)*

*3 - Résilience : capacité d'un système (écosystème ou agrosystème) ou d'une espèce à récupérer un fonctionnement ou un développement normal après avoir subi une perturbation*

*4 - Règlement CE 834/2007, article 5, point f*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q159 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata



# TIRER BÉNÉFICE DES MÉCANISMES DE RÉGULATION EXISTANT DANS LA NATURE

*«Le contrôle biologique des bio-agresseurs dépend directement de la diversité taxonomique[5] et fonctionnelle des organismes, que ce soit les auxiliaires zoophages[6], les micro-organismes du sol et des parties aériennes de la plante, ou les plantes (cultivées et adventices). Dans le cas des auxiliaires, leur identité est elle aussi essentielle. Le contrôle des phytopathogènes dépend aussi de la diversité fonctionnelle des micro-organismes du sol. »*

***Source : Agriculture et Biodiversité. Rapport d'expertise Inra 2008***

## Quelques définitions essentielles

### Biodiversité

La biodiversité est un terme relativement récent apparu dans les années 80, **il s'agit de la diversité de la vie sous toutes ses formes, du gène au paysage.** Elle est le plus souvent appréhendée au travers du nombre d'espèces et de l'abondance de chacune d'elles dans divers milieux d'étendues variables, anthropisés[7] ou non.

### Biodiversité fonctionnelle*

La biodiversité est dite fonctionnelle* lorsqu'elle rend des services directs à la production agricole. Plus précisément, **il s'agit des espèces dites sauvages qui jouent un rôle bénéfique sur la productivité des systèmes agricoles :** pollinisation, prévention des ravageurs ou des maladies, fertilité des sols…

*« La biodiversité est capable de fournir des services écologiques comme la prédation de ravageurs ou l'amélioration de la structure du sol, ce qui permet d'économiser de l'énergie culturale industrielle (énergie fossile utilisée massivement pour la production agricole moderne) […]. En cela, la biodiversité doit être considérée comme un facteur de production à part entière. »*[8]

Les services rendus par la biodiversité ont été longtemps ignorés ou au mieux sous-estimés. En effet, l'absence ou presque de dégâts de ravageurs sur une parcelle, ne signifie pas qu'il n'y a pas de ravageurs, mais plutôt que les auxiliaires sont à l'ouvrage de façon discrète mais néanmoins efficace. L'importance qualitative et quantitative de ce service rendu est difficile à appréhender et encore plus à évaluer.

### Bio-agresseurs

Ensemble des organismes vivants (animaux, champignons, bactéries…) susceptibles de perturber ou de compromettre partiellement ou totalement le développement et la production des plantes cultivées.

### Bio-pesticides

Substances naturelles (organique ou minérale) c'est-à-dire non issues de la chimie organique de synthèse, ayant une action biocide directe (fongicide, insecticide…) sur des organismes vivants (ravageurs, pathogènes).

### Ravageurs et nuisibles

**Ce sont des organismes qui se nourrissent de végétaux (phytophages*) et provoquent des dégâts sur les cultures.** Ce n'est qu'à partir d'un certain

5 - *Taxonomie : c'est la science qui vise à décrire, à nommer puis à classer les organismes vivants. La diversité taxonomique est donc celle des organismes vivants d'un écosystème plus large que la diversité fonctionnelle qui se rapporte à des organismes « utiles » du point de vue de l'agriculture*

6 - *Zoophage : organisme dont le régime alimentaire est constitué d'animaux, de matières animales ou de substances d'origine animale*

7 - *Anthropisé : espaces, paysages, écosystèmes ou milieux semi-naturels transformés sous l'action de l'homme*

8 - *J.P. Sarthou (Ensat)*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q160 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

seuil de dégâts (très variable selon le ravageur et la culture) que les ravageurs deviennent nuisibles. La taille de leur population est en relation étroite d'une part avec l'abondance de leur(s) plante(s) hôte(s) et donc de la nourriture disponible (ils sont polyphages ou au contraire inféodés[9] à une espèce) et d'autre part avec la présence de leurs régulateurs naturels (prédateur et/ou parasite). Les ravageurs introduits (non indigènes[10]) peuvent proliférer dangereusement en raison de l'absence de leurs prédateurs (ou parasites) naturels.

### Auxiliaires

**Ce sont des organismes vivants utiles à l'agriculture soit pour la pollinisation soit pour la protection des cultures.** L'AFPP[11] donne comme définition : « *animal prédateur ou parasite (parasitoïde) qui, par son mode de vie, apporte son concours au contrôle des ravageurs nuisibles aux cultures* ». Il s'agit souvent d'insectes et d'arachnides, mais des vertébrés et des micro-organismes peuvent aussi jouer le rôle d'auxiliaires. Ils sont naturellement présents dans l'agrosystème ou bien introduits dans le cadre d'opérations de lutte biologique.

### Protection biologique par conservation

Il s'agit de modifier ou d'aménager l'environnement des parcelles et/ou les pratiques culturales afin de favoriser les prédateurs* ou parasitoïdes* (▷ **voir définitions au paragraphe suivant** ◁) des ravageurs des cultures, afin de contrôler ces derniers sans intervention directe. Ceci sous-entend que ces auxiliaires sont déjà présents dans les parcelles (pas d'introduction) ou dans un environnement proche. Les mesures mises en place visent à rendre le site plus attractif pour ces organismes en réduisant leur mortalité et/ou en favorisant leur reproduction.

## Equilibres écologiques : une interaction de mécanismes complexes

Les relations qui lient les différentes espèces d'un écosystème sont principalement d'ordre trophique[12]. Le degré d'interdépendance est très variable, allant du plus basique (prédation) au plus sophistiqué (symbiose*). Les végétaux (et aussi certaines bactéries), seuls êtres vivants capables de transformer l'énergie lumineuse en matière carbonée (grâce à la photosynthèse) constituent la base de toutes les chaînes alimentaires.

### Prédation : prédateurs*

C'est la relation la plus répandue entre espèces (« manger ou être mangé »). **Le prédateur* chasse et tue des proies d'une autre (voire de la même) espèce, pour s'en nourrir et/ou nourrir sa descendance.** Le prédateur est de façon générale plus gros que sa proie. La prédation joue un rôle essentiel dans le maintien des équilibres écologiques, en évitant la prolifération d'une espèce par rapport aux autres. Exemple : les larves de coccinelles et de syrphes qui se nourrissent des pucerons.

### Parasitisme : parasites et parasitoïdes

**Contrairement au prédateur, le parasite établit une relation étroite avec un individu d'une autre espèce et vit à ses dépens** (nourriture et parfois protection). Le parasite ne provoque pas forcément la mort de son hôte, même s'il l'affaiblit. En protection biologique, on recherche un type de parasite particulier, le parasitoïde, qui peut aussi être considéré comme une forme sophistiquée de prédation.

** Voir glossaire*

*9 - Inféodé : se dit d'un espèce très fortement dépendante d'une autre espèce ou d'un milieu donné*

*10 - Indigène : espèce spontanément présente dans la région où l'on se trouve*

*11 - AFPP : Association française pour la protection des plantes*

*12 - Trophique : relatif à la nutrition d'un organisme vivant ou d'un organe*

204105 - Folio : q161 - Type : qINT-19-14-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**Le développement des parasitoïdes entraîne systématiquement la mort de l'hôte.** Le parasitoïde est plus petit que son hôte, il s'attaque à un stade et souvent à une espèce spécifiques. Exemple : le micro-Hyménoptère *Trichogramma brassicae* pond dans les œufs de la pyrale du maïs. Ses larves se développent aux dépens des œufs, causant leur mort et évitant ainsi les dégâts des larves de pyrale du maïs.

## Compétition

Moins visible que la prédation ou le parasitisme, la compétition est pourtant permanente entre individus d'une même espèce et entre espèces différentes, elle est un puissant moteur d'évolution. **L'espèce ou l'individu le plus compétitif, dans un milieu donné, prive les autres de leur source de nourriture ou de leur abri et peut ainsi se développer à leur détriment.** Par exemple le choix de variétés à la croissance de départ rapide, et au feuillage couvrant va permettre d'empêcher le développement des adventices, ou l'utilisation de champignons antagonistes* va concurrencer et bloquer le développement de micro-organismes pathogènes. Plus généralement, en agriculture, les interventions humaines (façons culturales, traitements…) visent à donner aux plantes cultivées un avantage compétitif vis-à-vis de leurs consœurs sauvages et des autres espèces indésirables dans l'agrosystème.

## Associations d'espèces

Les associations entre espèces différentes sont très diverses par la nature des espèces impliquées et par les relations plus ou moins complexes et étroites qui les lient. Le cas de l'association fourmis / pucerons est bien connu : les fourmis collectent (« traient ») pour s'en nourrir les exsudats (miellats) des pucerons et protègent les colonies de ces derniers. Ces associations vont du commensalisme* (une seule espèce tire avantage de l'association, mais sans préjudice pour l'autre) jusqu'à la symbiose[13]. **La plupart des associations sont à bénéfices réciproques et les liens d'interdépendances peuvent être tels qu'aucune des deux espèces associées ne peut vivre sans l'autre.** C'est le cas par exemple des lichens (symbiose d'algues et de champignons), et de nombreux insectes pollinisateurs et disséminateurs de graines inféodés à une espèce végétale et réciproquement. Ces types de relations et complémentarités qui existent spontanément dans la nature sont largement utilisées et développées au bénéfice de la production agricole : associations végétales (« compagnonnage »), symbiose *Rhizobium*/Fabacées et mycorhizes (▷ **voir chapitre 1-2** ◁), pollinisation… L'agriculture n'est-elle pas en elle-même une association d'espèces entre l'homme et les plantes qu'il cultive ?

Dans les systèmes en équilibre, tous ces mécanismes permettent, certes, la régulation des populations d'espèces les unes par rapport aux autres (prévenir des proliférations intempestives de ravageurs et de maladies), mais aussi dans un milieu donné d'accroître la compétitivité d'une espèce ou d'améliorer son adaptation et sa résilience vis-à-vis des contraintes du milieu (déficit hydrique, manque de lumière, carences en éléments nutritifs…).

En considérant les parcelles agricoles et leur environnement dans leur globalité, il est possible de favoriser la mise en place de tels mécanismes, afin d'aboutir à des équilibres dynamiques favorables aux cultures. Pour cela, **il faut augmenter la biodiversité du système :**

▷ **en favorisant la diversité naturelle (biodiversité sauvage),**

▷ **en complexifiant le système (biodiversité cultivée).**

Les bénéfices attendus sont la régulation naturelle des ravageurs et des maladies permettant ainsi de minimiser le nombre d'interventions directes, mais également d'obtenir des cultures robustes et productives, dans un écosystème résilient capable de répondre aux perturbations écologiques.

** Voir glossaire*

*13 - Symbiose : c'est une association permanente et intime, entre deux organismes d'espèces différentes et qui se traduit par des effets bénéfiques aussi bien pour l'un que pour l'autre*

204105- Folio : q162 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

# PRINCIPAUX AUXILIAIRES : DES ALLIÉS DIVERS ET VARIÉS

L'importance des auxiliaires peut facilement passer inaperçue, leur absence, qui se manifeste par la prolifération des ravageurs, étant hélas plus visible que leur présence ! **Lorsqu'une culture peut se développer sans attaque majeure de ravageurs voire de maladies, c'est parce que les auxiliaires ont maintenu les populations de bio-agresseurs sous un seuil de nuisibilité pour la culture.**

## Insectes auxiliaires des cultures

En raison de leur petite taille et de la diversité des niches écologiques qu'ils occupent, les insectes sont les principaux auxiliaires des cultures (en nombre d'espèces) pour la régulation des populations de ravageurs mais également pour assurer la pollinisation.

### Insectes prédateurs

Parmi les insectes prédateurs, si certains adultes sont de redoutables carnivores (carabes, staphylins guêpes et frelons), **ce sont principalement les stades larvaires, très voraces, qui interviennent dans la régulation des ravageurs.** Ils se nourrissent des larves et des œufs des ravageurs, les adultes de ravageurs (ou imago[14]), le plus souvent volants, restant hors de leur portée. **Les auxiliaires prédateurs n'éradiquent pas les populations de ravageurs, mais peuvent les maintenir en-dessous du seuil de nuisibilité.** La plupart des espèces sont polyphages, mais un prédateur montre souvent une prédilection pour un type de proie (par exemple : chenille, limaces, pucerons…), voire une espèce de ravageur bien particulière (▷ **voir tableau 1** ◁).

Certains adultes d'auxiliaires sont floricoles* (se nourrissent de pollen et/ou de nectar), leur présence, et a fortiori celle de leurs larves carnivores, est donc étroitement dépendante des fleurs rencontrées dans les parcelles cultivées ou à proximité immédiate.

### A SAVOIR

**En plus des auxiliaires et des ravageurs, de nombreuses espèces d'arthropodes sont neutres par rapport aux cultures (ni auxiliaire, ni ravageur). Elles ont cependant un rôle très important, car elles servent de proies ou d'hôtes de substitution aux auxiliaires en l'absence de ravageurs et permettent ainsi aux populations de se maintenir, jusqu'à l'apparition de ravageurs. La plupart des arthropodes vivant à la surface ou dans le sol, n'interagissent pas directement avec les cultures mais sont des décomposeurs de matières organiques mortes (résidus de culture, engrais verts, amendements organiques) et donc des maillons essentiels pour la mise à disposition des éléments nutritifs aux plantes.**



S.Carre/Inra

▷ *Adulte de punaise Miride*

*14 - Imago : stade final d'un individu dont le développement se déroule en plusieurs phases (en général œuf, larve, imago). Ce terme est en général utilisé pour les arthropodes, mais aussi pour les amphibiens.*

204105- Folio : q163 - Type : qINT-20140505 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigota

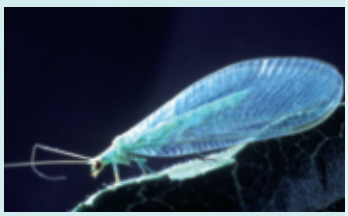


Lahely/Casdar-entomophages



▷ Carabus auratus

H.S. Poitout/Inra



▷ *Chrysope*

L. Fourrié



▷ *Coccinelle*

B. Sauphanor/Inra



▷ *Forficule*

Fraval/Inra



▷ *Syrphe*

**Tableau 1 – Principaux insectes prédateurs utiles au contrôle des ravageurs des légumes, (certains sont commercialisés dans le cadre d'opération de protection biologique, ▷ voir chapitre 2- 5 ◁)**

| Nom de l'auxiliaire | Proies (= ravageurs) | Habitat | Commentaires |
|---|---|---|---|
| ▷ **Carabes (Coléoptères):** *Carabus auratus, Carabus violaceus, Nebria brevicollis* | Limaces, escargots, pucerons, œufs et larves de taupins et de mouches, chenilles (larves de Lépidoptères), acariens | Les larves vivent dans le sol. Les adultes vivent dans les haies, les bandes herbeuses, les bordures des chemins, les cultures. | *Larves et adultes sont des carnivores polyphages, leur activité est surtout nocturne. Les labours profonds détruisent les œufs et les larves.* |
| ▷ **Chrysopes et hémérobes (Névroptères)** | Pucerons, acariens, œufs et larves de Lépidoptères, cochenilles | Zones mixtes : haies, prairies, cultures, vergers. Les adultes et les larves sont très mobiles. | *Seules les larves sont carnivores, les adultes sont floricoles* |
| ▷ **Coccinelles (Coléoptères) :** *Coccinella septempunctata, Adalia bipunctata* | Pucerons, mais certaines espèces consomment aussi les cochenilles | Les larves et les adultes vivent sur les plantes à proximité des colonies de pucerons | *Les larves et les adultes consomment des pucerons. En l'absence de proies, les adultes peuvent consommer du pollen.* |
| ▷ **Forficules (Dermaptères)** *Forficula auricularia « perce-oreille »* | Pucerons, œufs et chenilles de petite taille (tordeuse, teigne) | Ils vivent surtout au niveau du sol mais aussi dans la végétation | *Il est plutôt considéré comme un auxiliaire en maraîchage, mais comme un ravageur pour les fruits à noyaux.* |
| ▷ **Guêpes et frelons (Hyménoptères)** | Pucerons, thrips, œufs et larves de Lépidoptères, cochenilles | Milieux ouverts et mixtes (vergers, cultures, prairies, jardins…) | *Les adultes sont des carnivores polyphages, ils sont particulièrement voraces lorsqu'ils alimentent les larves au nid. Certaines espèces comme le frelon asiatique causent des dégâts aux colonies d'abeilles.* |
| ▷ **Punaises mirides, anthocorides et nabides (Hétéroptères)** *Malacocoris chlorizans, Atractotomus mali, Phytocoris sp., Orius sp., Himacerus mirmicoides…* | Larves et œufs d'aleurodes, thrips, acariens, pucerons, cochenilles, œufs de noctuelle, larves de punaises phytophages | Les larves mobiles et les adultes vivent dans la végétation | *Larves et adultes sont carnivores. Certaines espèces de mirides sont utiles, d'autres sont nuisibles, certaines sont les deux.* |
| ▷ **Staphylins (Coléoptères)** *Tachiporus sp. et Atheta sp, Aleochara sp.* | Acariens, œufs et larves de mouche (du chou, des semis, des terreaux…) | Les adultes chassent au sol et dans le bas de la strate herbacée[15] | *L'adulte est prédateur polyphage, la larve se développe en parasitoïde des pupes de mouche* |
| ▷ **Syrphes (Diptères)** *Episyrphus balteatus…* | Pucerons | Milieux ouverts, riches en fleurs : prairies, jardins, haies… | *Seules les larves sont carnivores, les adultes sont floricoles. Apparition précoce au printemps, favorisée par la présence de fleurs à floraison précoce.* |

*Sources : Fiche technique Itab-IBB « Auxiliaires communs des cultures légumières » et « Lutte Biologique » de Lydie Suty*

15 - *Strate herbacée : elle est composée d'herbacées (dont notamment herbes et adventices), jusqu'à 1 m, 1,50 m de hauteur à maturité. C'est la strate dominante dans de nombreux milieux ouverts terrestres ; pelouse, lande rase, tourbière, prairie...*

204105- Folio : q164 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## Insectes parasitoïdes

**Les insectes parasitoïdes sont dans leur majorité des micro-Hyménoptères,** même si des Diptères et des Coléoptères peuvent aussi avoir ce comportement. La femelle d'une espèce parasitoïde pond ses œufs dans les œufs ou les larves de son hôte (plus rarement dans la pupe voire dans le corps de l'adulte). **La larve du parasitoïde se développe en consommant les tissus de son hôte, causant, à terme, sa mort.** Les adultes parasitoïdes sont majoritairement floricoles mais certaines espèces sont carnivores et se nourrissent aussi de leur hôte.

Les parasitoïdes peuvent être naturellement présents dans l'environnement des parcelles, la présence de fleurs permet aux adultes de trouver la nourriture nécessaire à leur reproduction. Ils peuvent également être introduits dans le cadre d'opération de lutte biologique (▷ **voir chapitre 2-5** ◁).

Les hôtes des parasitoïdes sont quasi-exclusivement des insectes et des araignées. Les parasitoïdes sont inféodés* à une famille d'insectes (pucerons, aleurodes…) voire à une espèce particulière (pyrale du maïs, piéride du chou). Les mécanismes qui permettent aux femelles des parasitoïdes de localiser puis de sélectionner l'hôte qui convient pour abriter leurs descendance sont extrêmement complexes et élaborés. Ils font appel à des critères physiques (forme, couleur, taille…) mais aussi et surtout à des signaux chimiques émis par l'hôte et par la plante sur laquelle il se trouve. En agriculture, les parasitoïdes les plus recherchés sont ceux qui s'attaquent aux pucerons, aleurodes et Lépidoptères :

- **Parasitoïdes de pucerons.** La femelle du parasitoïde dépose ses œufs dans le puceron en perforant sa cuticule. Sa larve s'y développe en consommant le puceron. A la fin il ne subsiste que la cuticule de l'hôte, gonflée et devenue jaunâtre ou noire : la momie, facilement repérable dans les colonies de pucerons. Après sa nymphose, le parasitoïde adulte découpe un orifice dans la momie et s'en échappe. Plusieurs genres de parasitoïdes s'attaquent aux pucerons, notamment *Aphidius spp.* et, *Aphelinus spp.* dont certaines espèces font aussi l'objet d'élevage pour la lutte biologique ;
- **Parasitoïdes d'aleurodes.** Il s'agit du même type de parasitisme que pour les pucerons. Les parasitoïdes les plus courants sont les micro-Hyménoptères *Encarsia formosa* et *Eretmocerus californicus*, également élevés pour la lutte biologique. Les larves parasitées sont reconnaissables des larves saines par leur couleur plus foncée ;
- **Parasitoïdes de Lépidoptères.** Dans ce cas, le parasitisme est soit interne soit externe, c'est-à-dire que le parasitoïde pond soit dans l'hôte soit à proximité. Les Lépidoptères peuvent être attaqués par divers Hyménoptères parasitoïdes : de la micro-guêpe (environ 1 mm de long) à l'Ichneumon (plusieurs cm). Une seule chenille peut être « colonisée » par plusieurs larves de parasitoïdes. Le parasitoïde se nymphose soit à l'intérieur de son hôte, soit à proximité. Par exemple, dans la nature et dans les parcelles menées en bio, les chenilles des piérides sont fréquemment parasitées par un micro-Hyménoptère : *Apanteles glomeratus.* Les larves de ce parasitoïde (jusqu'à quinze par chenille) se développent à l'intérieur. A maturité, les larves sortent de la dépouille de la chenille et se nymphosent ensuite dans un cocon jaune à proximité.

**ATTENTION**

**La plupart des arthropodes (insectes, arachnides) auxiliaires, et notamment les parasitoïdes, sont très sensibles aux insecticides y compris ceux autorisés en agriculture biologique. Le spinosad est particulièrement toxique pour les micro-Hyménoptères (seuls les individus dans les momies résistent) et les Hétéroptères. Le soufre a un effet dépressif sur les acariens prédateurs. Il conviendra donc de n'utiliser ces produits que parcimonieusement, afin d'éviter de compromettre les fragiles équilibres entre ravageurs et auxiliaires. En plein champ, l'aménagement de « zones refuge » (haies, îlots de végétation naturelle, bandes fleuries... ▷ voir les conseils d'aménagement en fin de ce chapitre 2.1 ◁) permettra de leur fournir des zones de repli, mais également de permettre une recolonisation rapide des parcelles traitées. Sous abris, les lâchers d'auxiliaires sont incompatibles avec l'utilisation d'insecticides.**

** Voir glossaire*

204105 - Folio : q165 - Type : qINT-19-04-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



# Arachnides auxiliaires des cultures

Deux types d'arachnides apportent leur contribution à la régulation des ravageurs : les acariens prédateurs et les araignées.

## Araignées

Les araignées sont des prédateurs de nombreux invertébrés (particulièrement des insectes) dont certains sont des ravageurs des cultures (cicadelles, Lépidoptères, Diptères…). Elles chassent à l'affût, camouflées dans la végétation, à l'aide de pièges englués (toiles) disposés sur le passage de leurs proies ou bien en pourchassant leurs proies sur le sol ou dans la végétation. Certes, elles sont polyphages et consomment indistinctement ravageurs et auxiliaires, mais elles participent aux équilibres écologiques d'un milieu et apportent leur contribution à la régulation des espèces nuisibles aux cultures.

## Acariens prédateurs

Si un grand nombre d'espèces d'acariens phytophage (▷ **voir chapitre 2-3 Ravageurs** ◁) et donc potentiellement nuisible aux cultures, d'autres sont carnivores et se nourrissent d'autres acariens. Ils sont naturellement présents dans les parcelles, mais certaines espèces peuvent également être introduites dans le cadre d'opérations de lutte biologique.

Les acariens Phytoseides, bien que de petite taille, se multiplient rapidement si les conditions sont favorables (température, humidité) et si les proies sont abondantes. Ils ont une prédilection pour les acariens rouges (tétranyques tisserands), qu'ils consomment à tous les stades. **Un acarien prédateur peut manger au moins cinq adultes d'acariens phytophages et/ou une vingtaine d'œufs et larves dans une seule journée.** En cas de pénurie de nourriture, les Phytoséides peuvent se maintenir en consommant du pollen de fleurs diverses, notamment celles de Poacées. D'autres espèces d'acariens prédateurs *(Amblyseius cucumeris)* font l'objet de lâchers en lutte biologique, notamment sous abris, pour contrôler les populations de thrips (▷ **voir chapitre 2-5** ◁).

### *Pour aller plus loin*

*Plusieurs expérimentations, notamment en Suisse, montrent que l'implantation de Poacées (les meilleures étant* Poa pratensis, Lolium multiflorum *et* Dactylis glomerata*) et de plantes à fleurs, broyées par rangées alternées tous les deux ans, permettent de favoriser les Phytoséïdes, mais aussi des trichogrammes tel que* T. brassicae, *parasitoïdes des œufs de pyrale*[16].

16 - Sarthou JP. 2006

204105 - Folio : q166 - Type : qINT-19-14-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Vertébrés auxiliaires des cultures

Pour les vertébrés plus encore que pour les autres auxiliaires, il est difficile de connaître leur importance dans la régulation des populations de ravageurs des cultures. En effet, si les régimes alimentaires des vertébrés insectivores sont assez bien connus, pour connaître avec précision les quantités ingérées, il faut mener des études souvent longues et aux protocoles complexes. Ces dernières années, un certain nombre d'études ont été menées sur ce sujet, notamment pour les chauves-souris et certains oiseaux insectivores. Il apparaît que **le rôle des vertébrés dans la régulation des insectes ravageurs a été largement sous-estimé.** Même si la plupart des vertébrés insectivores sont des prédateurs polyphages, leur impact sur les populations de ravageurs, aussi discret et méconnu qu'il soit, n'en est pas moins essentiel.



A. Coulombel

▷ *Mésange bleue*

### Oiseaux

Un grand nombre d'espèces d'oiseaux, communs en Europe, se nourissent d'insectes. Certains sont des insectivores stricts tels que les fauvettes, pouillots, gobe-mouches, rouges-queues, hiboux petits-ducs… D'autres le sont partiellement (régime alimentaire mixte) ou ponctuellement (alimentation des jeunes) comme les mésanges, les roitelets, les rouges-gorges, les merles et grives, les faucons crécerelle, les chouettes chevêches…

A noter que la plupart des passereaux, même non insectivores (moineau, pinson, verdier, linotte, chardonneret…), nourrissent leurs jeunes avec des insectes. **C'est donc lors de l'élevage des jeunes que la consommation d'insectes par les oiseaux est la plus importante, ce qui correspond aussi au moment où les insectes sont les plus abondants.** Ainsi un couple de mésanges bleues effectue en moyenne 500 nourrissages par jour, sachant que l'élevage des jeunes dure une quinzaine de jours et qu'il y a une à trois couvées par an. **On estime ainsi qu'en une année une mésange détruit environ 10 000 chenilles.**

Beaucoup d'oiseaux insectivores quittent les latitudes tempérées en automne lorsque les populations d'insectes diminuent. Ceux qui restent s'adaptent en diversifiant leur régime alimentaire (graines) et en consommant les œufs, larves et nymphes cachés sous les écorces. Ils contribuent ainsi à réduire fortement les populations d'insectes qui émergeront au printemps suivant.

Toutes les familles d'insectes et tous les stades (adultes, larves et œufs) sont visés : pucerons, cochenilles, Lépidoptères (y compris les chenilles superficiellement enterrées comme les noctuelles), Diptères, Coléoptères... Si beaucoup d'oiseaux chassent préférentiellement dans les plantes ligneuses, certains comme les merles et grives, les rouges-gorges, les alouettes, les bergeronnettes…cherchent leur nourriture préférentiellement à terre ou près du sol. Mais dans tous les cas, la présence d'arbustes à proximité servant à la fois de perchoir, de poste d'observation et d'abri, leur est très favorable.

Les rapaces comme le faucon crécerelle ou la chouette chevêche chassent préférentiellement dans les milieux ouverts, mais ont besoin de perchoirs et de postes d'observation. Un couple de chouette chevêche attrape en moyenne 4 000 proies par an, comprenant campagnols, souris, insectes, voire mollusques. Les rapaces nocturnes et diurnes (milans, buses, effraies, hulotte) sont très importants pour le contrôle des populations de campagnols : ils chassent en milieu ouvert (prairies, cultures) mais ont besoin de perchoirs, postes d'observation et lieux de nidification (grands arbres, bâtiments…) à proximité de leur zone de chasse.

**Le principal facteur limitant la présence des oiseaux est l'absence d'abris et de sites de nidification,** notamment pour les oiseaux cavicoles (animaux ayant

204105- Folio : q167 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigchata

besoin de cavités pour s'abriter et/ou se reproduire). Ceci est particulièrement vrai dans les zones agricoles intensives où les espaces naturels (haies, bois et bosquets avec de vieux arbres) sont rares. L'installation de nichoirs et de zones refuge (▷ **voir plus loin** ◁) est donc un bon moyen pour les attirer sur les parcelles.

## Chauve-souris



Ctifl

▷ *Pipistrelle*

Toutes les chauves-souris vivant en France métropolitaine sont exclusivement insectivores. La nuit et au crépuscule, elles chassent les insectes volants, majoritairement des papillons de nuit. **Comme la grande majorité des Lépidoptères ravageurs des légumes** (teigne, pyrale, tordeuse, carpocapse, noctuelle…) **est nocturne, ils constituent une part importante des proies capturées.** Une chauve-souris est capable de consommer en une nuit environ un tiers de son poids en insectes ! Ainsi une colonie de dix Noctules communes (environ 30 g chacune) consomme environ 100 g d'insectes (surtout des gros Coléoptères), soit plusieurs centaines, par nuit. Une Pipistrelle commune spécialisée dans les Diptères et les micro-Lépidoptères consomme chaque nuit entre 1 000 et 3 000 insectes[17].

Les 33 espèces de chauves-souris présentes en France sont toutes protégées, néanmoins elles sont en fort déclin et certaines fortement menacées en raison de la raréfaction de leurs habitats (vieux arbres creux, bâtiments abandonnés, greniers et clochers ouverts, grottes…) et de l'usage intensif d'insecticides, qui les privent de leur source de nourriture. Des aménagements simples à proximité des parcelles (▷ **voir en fin de ce chapitre 2.1** ◁) permettent de favoriser leur présence.

## Autres vertébrés

Si les oiseaux et les chauves-souris constituent l'essentiel du contingent des vertébrés insectivores, d'autres vertébrés apportent aussi leur contribution au contrôle des insectes ravageurs (▷ **voir tableau 2** ◁). Les hérissons, et surtout les musaraignes, passent la plus grande partie de leur vie à circuler sous la végétation à la recherche de proies, et cela d'autant plus en période de reproduction. Le hérisson par exemple chasse jusqu'à 250 mètres de la haie où il s'abrite.



Arbre & Paysage 32

▷ *Hérisson*

**Tableau 2 – Principaux vertébrés utiles au contrôle des ravageurs des légumes**

| Nom de l'auxiliaire | Proies = ravageurs | Habitat |
|---|---|---|
| ▷ **Hérisson** | Tipules, mollusques, larves et vers divers | Milieux mixtes : lisières cultures/haies, bois/prairies/cultures. Jardins, haies, bordures de chemin |
| ▷ **Musaraigne** | Coléoptères, tipules, chenilles de noctuelle terricole, mollusques… | Prairies, haies, cultures, jardins, bois |
| ▷ **Taupe** | Larves souterraines (taupin, noctuelle…), vers de terre | Prairies, cultures, terre fraîchement travaillée, récemment arrosée, riche en matières organiques |
| ▷ **Batracien** (crapaud, grenouille, salamandre…) | Diptères, Coléoptères, Lépidoptères, limaces | Murets, fossés, zones humides, lisières bois/cultures/prairies |
| ▷ **Lézard** | Diptères, Lépidoptères, Coléoptères | Murets, tas de pierre et de bois, haies |
| ▷ **Serpent** | Micro-mammifères, Batraciens | Murets, tas de pierre et de bois, haies, prairies, cultures denses |

17 - source Inra-OPIE

204105- Folio : q168 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

On considère souvent à tort renards et Mustélidés (belette, hermine, fouine..) comme des nuisibles alors qu'ils sont importants pour le contrôle des populations de campagnols et autres rongeurs. Selon les espèces et les saisons, leur régime alimentaire se compose entre 50 % et 90 % de micro-rongeurs. Ainsi une belette consomme environ 5 kg par an de rongeurs-ravageurs (soit l'équivalent de 500 campagnols terrestres) et une fouine environ 11 kg. Un renard, lui, consomme entre 5 000 et 10 000 micro-mammifères par an. Une étude menée en 2010 par la DREAL[18] de l'Eure montre que pour ce seul département, le piégeage des Mustélidés coûte 105 000 € au secteur agricole par an, correspondant aux pertes directes de récolte dues à la non-destruction naturelle des rongeurs-ravageurs. Ce montant n'inclut évidemment pas les coûts indirects que sont les achats d'aliments pour le bétail pour compenser les pertes de fourrages, le temps et le coût de re-semis, la perte de revenu agricole...

## Micro-organismes auxiliaires des cultures et autre mésofaune du sol

**Les services rendus par les micro-organismes sont encore moins visibles que ceux rendus par les auxiliaires « supérieurs » mais ils n'en sont pas moins indispensables** pour le fonctionnement de l'agrosystème. Ils jouent un rôle fondamental dans le cycle des nutriments (décomposition des matières organiques mortes en éléments simples assimilables par les plantes) et donc pour la fertilité du sol (▷ **voir chapitre 1-2** ◁) et la nutrition des plantes. Ils participent aussi au contrôle des pathogènes du sol et au renforcement des défenses et de la vitalité des plantes. **La diversité de ces micro-organismes est étroitement liée à la diversité des plantes, mais aussi aux pratiques culturales,** à la nature des engrais et amendements apportés et enfin à l'usage ou non de produits toxiques pour leur développement. Par exemple, les mycorhizes sont très sensibles à une teneur en cuivre élevée dans les sols.

### Micro-organismes du règne végétal

La majorité des micro-organismes du sol appartiennent au règne végétal (microflore).

- ▷ **Les algues** sont capables d'effectuer la photosynthèse et pour certaines de fixer l'azote atmosphérique.

- ▷ **Les champignons** sont parmi les seuls organismes à pouvoir dégrader les molécules de lignine et d'hémicellulose, ils jouent un rôle important dans la dégradation de la matière et la stabilisation du sol grâce à leur mycélium[19]. **Les champignons dits antagonistes* sont même capables d'empêcher le développement de certains champignons pathogènes.** D'autres, les entomopathogènes, s'attaquent aux insectes et participent ainsi à leur régulation. D'autres encore comme les mycorhizes, sont étroitement associés aux racines des plantes (▷ **voir chapitre 1-2** ◁) et facilitent l'absorption par les plantes de l'eau et des éléments minéraux tout en participant aussi à l'activation des défenses naturelles des plantes lors d'agression par des ravageurs.

** Voir glossaire*

*18 - DREAL : Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement*

*19 - Mycélium : partie végétative des champignons ou de certaines bactéries filamenteuses. Il est composé d'un ensemble de filaments, plus ou moins ramifiés.*

204105 - Folio : q169 - Type : qINT-19-14-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

▷ **Les champignons actinomycètes** sont capables, pour certaines espèces, d'effectuer la photosynthèse. D'autres produisent des substances antibiotiques qui jouent un rôle dans le contrôle des pathogènes du sol, d'autres encore sont responsables de l'assainissement du compost lors de la phase thermophile du compostage.

▷ **Les bactéries** forment le groupe le plus abondant et le plus diversifié. Elles sont omniprésentes dans tous les processus de transformation de la matière (décomposition, humification, minéralisation). Certaines interviennent spécifiquement dans la fixation de l'azote (▷ **voir chapitre 1-2** ◁), soit sous forme libre *(Azotobacter sp),* soit sous forme symbiote *(Rhizobium sp.)*.



R. Vidal



A. Coulombel

▷ *La qualité de la pollinisation conditionne la quantité et la qualité des fruits*

## Micro-organismes du règne animal

Ils sont représentés par **les protozoaires** (les amibes), qui interviennent dans les processus de décomposition de la matière, notamment en consommant les bactéries cellulolytiques. En effet, la matière organique morte est d'abord attaquée par les bactéries qui dégradent la cellulose, puis les protozoaires les consomment, libérant ainsi la lignine qui devient accessible aux champignons lignivores.

## Mésofaune et macrofaune du sol

Outre les micro-organismes, dont la diversité et les rôles, notamment les interactions plantes/micro-organismes, restent encore largement à explorer, **le sol est peuplé de nombreux organismes de petite taille appelés mésofaune et macrofaune**[20]**, dont les représentants les plus connus sont les vers de terre.** Mésofaune et macrofaune participent activement aux équilibres écologiques qui garantissent aux plantes nutrition équilibrée et protection, soit en tant que détritivores, soit en tant que prédateurs et/ou proies. Le rôle des vers de terre sur la fertilité des sols est décrit au ▷ **chapitre 1-2** ◁. Ils peuvent également jouer un rôle dans l'assainissement du sol par rapport aux nématodes phytophages. En effet, lorsque ces nématodes sont ingérés par le ver de terre en même temps que la terre, leur passage dans le tube digestif du ver détruit chez ces nématodes leurs capacités d'orientation et de repérage des racines des plantes, ils meurent donc assez rapidement d'inanition une fois « éliminés » par le ver de terre.

# Cas particulier des insectes pollinisateurs

La pollinisation des cultures par les insectes est un des phénomènes les plus parlants de la biodiversité fonctionnelle*. **Au niveau mondial, 80 % des espèces végétales ont besoin des insectes pour produire leurs graines,** et même 84 % des espèces cultivées en Europe. **Toutes les espèces cultivées pour leurs fruits (Cucurbitacées, Solanacées, Fabacées, Rosacées…) ont besoin des pollinisateurs pour leur reproduction.**

La qualité de la pollinisation conditionne la quantité et la qualité des fruits récoltés. Par exemple des fraisiers ou des poivrons n'ayant pas été correctement pollinisés donneront des fruits déformés dont la valeur commerciale sera dépréciée. La production de semences de toutes les espèces potagères est totalement dépendante de l'efficacité des pollinisateurs.

*20 - Mésofaune : ensemble des petits animaux, visibles à la loupe, dont la taille est comprise entre 0,2 et 4 mm.*
*Macrofaune : ensemble des petits animaux de 4 à 80 mm.*
** Voir glossaire*

204105- Folio : q170 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

En plein champ, la pollinisation se fait par les pollinisateurs naturellement présents dans l'environnement. La mise en place d'aménagements dans l'environnement des parcelles favorise leur présence et leur abondance.

Sous abris, l'introduction de pollinisateurs tels que les bourdons est quasi-indispensable pour s'assurer une production satisfaisante en qualité et en quantité, notamment en début de saison, lorsque les températures sont fraîches et les pollinisateurs sauvages encore peu abondants. En pleine saison, des aménagements extérieurs favorables aux polinisateurs et l'ouverture des abris peuvent suffire à assurer une pollinisation correcte sans introduction.

Les principaux pollinisateurs sont les insectes : en termes d'efficacité, les Hyménoptères sont de loin les plus importants, suivis par les Diptères Syrphidés puis par les Lépidoptères et les Coléoptères. Le service écologique de pollinisation rendu par la seule abeille domestique est estimé entre 5 et 14 millions de dollars par an aux Etats-Unis, et celui rendu par les pollinisateurs sauvages fait aussi l'objet de recherches en Europe[21].

### *Comment augmenter la biodiversité du système agricole ?*

*Il s'agit d'abord d'introduire de la diversité végétale dans et à proximité des parcelles. L'augmentation du nombre d'espèces végétales (cultivées et/ou sauvages) induit en effet l'augmentation de la diversité des espèces animales présentes, et la mise en place de relations interspécifiques complexes. Pour cela il faut d'une part aménager les alentours des parcelles pour les rendre accueillants aux espèces sauvages et d'autre part, aménager et organiser le fonctionnement des parcelles afin d'augmenter la diversité cultivée. Ceci est valable pour les cultures de plein champ, mais également sous abris, car ils ne sont pas hermétiques !*

*21 - JP Sarthou, 2007*

204105 - Folio : q171 - Type : qINT-29-04-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



A. Coulombel

▷ *Le tas de bois est un élément paysager favorable aux espèces sauvages*

# FAVORISER LA BIODIVERSITÉ DANS L'ENVIRONNEMENT DES PARCELLES : BANDES FLEURIES, HAIES, NICHOIRS...

Les aménagements destinés à fournir les ressources nécessaires au développement des auxiliaires sont divers.

- ▷ Il faut maintenir (ou créer) des éléments paysagers favorables aux espèces sauvages : bois, bosquets, arbres isolés, murets, tas de bois ou de pierres…,
- ▷ Il faut également planter ou semer des espèces végétales (herbacées ou ligneuses, annuelles, bisannuelles ou pérennes) n'ayant pas une vocation productive (haies, bandes fleuries), mais intéressantes pour les auxiliaires. Ceci est particulièrement utile dans les systèmes de cultures annuelles, où les contraintes de la production (changement de cultures et donc de couvert végétal) bouleversent complètement et plusieurs fois par an l'agrosystème. Des zones pérennes sont alors indispensables pour servir de refuges et assurer la durabilité des équilibres écologiques. Il est important que ces zones ne soient pas isolées mais au contraire interconnectées entre elles. On parle alors de corridors écologiques ;
- ▷ Des aménagements artificiels comme des nichoirs, des abris ou des perchoirs peuvent compléter avantageusement les dispositifs mis en place.

**On considère que les zones ainsi aménagées doivent représenter au moins 5 % à 10 % de la surface totale de l'exploitation pour jouer pleinement leur rôle[22].** Concernant les espèces végétales implantées dans ces zones, on recherche une diversité optimale (c'est-à-dire « utile ») et non pas maximale.

### *Espèces indigènes**

*Les espèces végétales indigènes sont celles spontanément présentes dans la région où l'on se trouve. Ce sont les plus à même d'attirer et de permettre l'installation des auxiliaires indigènes. Leur implantation est à privilégier dans les haies et les bandes fleuries. Pour ces mêmes raisons, la présence d'adventices dans l'environnement des parcelles peut également être un facteur favorable à l'installation de certains auxiliaires.*

*Voir glossaire

22 - Icard et al, 2010

204105 - Folio : q172 - Type : qINT-19-14-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# Bandes fleuries (ou florales)

## Une bande fleurie, qu'est-ce que c'est ?

La bande fleurie est une zone située en périphérie voire à l'intérieur des parcelles (notamment si celles-ci sont de grande taille) et recouverte d'une flore destinée à favoriser la présence des auxiliaires en leur fournissant nourriture et abris. La végétation qui la compose est à dominante herbacée même si quelques ligneuses buissonnantes peuvent être présentes. Les espèces sont spontanées (pas de semis, on laisse la végétation naturelle coloniser la zone) ou semées. Pour jouer pleinement son rôle, les espèces présentes dans une bande fleurie doivent avoir plusieurs caractéristiques :

- adaptation aux caractéristiques pédo-climatiques de la zone,
- attractivité pour les auxiliaires (quantité et qualité des pollens et nectars, abris),
- floraisons échelonnées et diversifiées,
- non-concurrence avec les cultures en termes de nutrition (eau, éléments minéraux),
- limiter les ravageurs et maladies communes : on évitera autant que possible les familles botaniques identiques à celles des cultures.

**On estime que l'influence de la bande fleurie sur le contrôle des ravageurs d'une culture est d'environ 50 mètres, c'est-à-dire qu'au-delà de cette distance les auxiliaires provenant de la bande florale ne sont plus assez nombreux pour réguler correctement les ravageurs. Il faut donc théoriquement implanter une bande fleurie tous les 100 mètres.**

Deux stratégies d'implantation sont possibles, et peuvent être complémentaires sur une même zone de production :

- **une implantation annuelle, pour une culture et contre un ravageur donné.** Par exemple pour lutter contre les pucerons des courgettes et/ou des salades, on implantera préférentiellement des espèces annuelles (coquelicot, moutarde, trèfle, sarrasin…) connues pour héberger les prédateurs et les parasitoïdes des pucerons que sont les syrphes, les chrysopes et les micro-hyménoptères. Ce type de bande florale est à privilégier sous abris et à l'intérieur des parcelles de plein champ ;
- **une implantation pluri-annelle généraliste :** les espèces choisies peuvent être des vivaces (menthe, inule, achillées, bourrache, Poacées…), des ligneuses buissonnantes (lavande, marjolaine…) associées à des annuelles (coquelicot, sarrasin…) capables de se ressemer naturellement. Elles devront permettre d'héberger une faune auxiliaire diversifiée pour contrôler des ravageurs divers et multiples. Ce type de bandes peut être implanté, au pied des haies, en périphérie de parcelles ou éventuellement entre des serres et des tunnels permanents.



Grab

▷ *En plein champ, les bandes fleuries peuvent être situées en périphérie ou à l'intérieur des parcelles*



Grab

▷ *Les bandes fleuries peuvent être installées à l'intérieur ou à l'extérieur des abris*

204105 - Folio : q173 - Type : qINT-19-04-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



J. Lambion/Grab

▷ *Le Grab d'Avignon a montré que des bandes fleuries dans les abris pouvaient héberger des punaises prédatrices en hiver*

## Bande fleurie : mode d'emploi

Une bande fleurie doit dans l'idéal mesurer au moins un mètre de large et plusieurs de long, elle doit jouxter immédiatement les parcelles des cultures à protéger. Il est préférable, quand c'est possible, qu'elle soit connectée à d'autres éléments naturels : haies, talus et fossés enherbés, bosquet…pour créer des corridors écologiques. **Il est important qu'il y ait des fleurs sur toute la durée de la culture c'est-à-dire au minimum trois mois (idéalement 4 à 5 mois).**

Pour les productions sous abris, les bandes fleuries peuvent être, selon la taille des abris, implantées à l'intérieur mais également à l'extérieur, à proximité, les cultures bénéficiant des effets des bandes fleuries lors de l'ouverture des abris.

Deux types de bandes fleuries peuvent être mises en place (▷ **voir tableau 3** ◁) :

### Bandes fleuries et enherbement spontanés

Envisageable uniquement dans les systèmes de culture plein champ, cette solution est la plus simple et la moins coûteuse, mais dans les zones où les éléments naturels sont rares (plaine maraîchère par exemple), la diversité florale des bandes spontanées risque d'être insuffisante pour attirer durablement les auxiliaires. Dans les zones plus diversifiées (prairies, haies, bois, talus, rivière avec ripisylve[23]…), dotées d'une flore spontanée riche, cette solution peut suffire. Il faut alors, à partir de la fin de l'été (août-septembre), laisser se développer la flore spontanée sur des bandes bordant les parcelles. Ce sont les semences présentes dans le sol et celles apportées par le vent ou les animaux qui seront à l'origine du peuplement végétal des bandes.

Selon les régions, le cortège floristique varie mais les espèces les plus communément rencontrées sont les vipérines, mauves, coquelicots, marguerites, pissenlits, lins, lotiers, centaurées et les Poacées.

**L'entretien doit être limité au maximum : une seule fauche par saison** (hors période de reproduction des oiseaux terrestres comme les cailles ou les alouettes, et hors période de floraison) et avant la montée en graine d'éventuelles adventices gênantes, **et un éventuel griffage à l'automne.** En effet, des fauches trop fréquentes favorisent les Poacées au détriment des Dicotylédones. Cette fauche n'est pas obligatoire : les tiges sèches des Poacées, entre autres, peuvent servir de site d'hivernation.

### Bandes fleuries semées

C'est l'option qu'il faut préférentiellement choisir sous abris (la présence de bandes fleuries spontanées est bien sûre possible à proximité des abris) et dans les zones où les éléments naturels sont rares. A l'emplacement des bandes, le sol doit être travaillé comme pour une culture, un faux-semis permet d'éliminer une partie des adventices et de limiter ainsi la concurrence avec les plantes semées.

Le semis du mélange d'espèces sélectionnées peut se faire à l'automne (septembre-octobre) ou au printemps (mars-mai). La préparation du sol doit être assez fine car beaucoup des plantes à fleurs utilisées pour les bandes ont de très petites graines. Si les surfaces ne sont pas trop importantes, le plus simple est de faire le semis à la main, sinon il est possible d'utiliser un semoir ou un épandeur centrifuge. En ce cas, si la taille des graines est trop hétérogène, il peut être nécessaire de faire plusieurs passages. Les graines ne doivent être enterrées que superficiellement (5 mm). Pour obtenir une levée rapide et homogène, il est recommandé de passer le rouleau et d'effectuer un arrosage (10 à 15 mm) si le temps n'est pas pluvieux. Les premières floraisons ont lieu environ deux mois après le semis. Il peut être utile de prévoir des irrigations, notamment au début et si le temps est sec.

**ATTENTION**

**Toutes les bandes florales de l'exploitation ne doivent pas être fauchées en même temps.**

**ATTENTION**

**Lors du choix de la zone d'implantation de la bande fleurie, il faut éviter les zones riches en vivaces avec des systèmes racinaires puissants telles que les rumex, chiendent, ou chardon. En effet, ces vivaces prendront très vite le dessus sur les espèces de la bande fleurie et risquent de se propager aux parcelles adjacentes. Il est aussi préférable de choisir une zone peu gênante pour le producteur car l'objectif est d'essayer de maintenir la bande florale plusieurs années.**

23 - *Ripisylve : ensemble des formations boisées, buissonnantes et herbacées présentes sur les rives d'un cours d'eau*

204105- Folio : q174 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

**Tableau 3 - Intérêts comparés des bandes fleuries spontanées et semées**

| | Avantages | Inconvénients |
|---|---|---|
| ▹ **Bandes fleuries spontanées** | ▹ Faible coût<br>▹ Flore adaptée au contexte pédo-climatique<br>▹ Flore adaptée aux auxiliaires indigènes | ▹ Présence potentielle d'espèces de la même famille botanique que les cultures<br>▹ Risque de floraisons pas suffisamment échelonnées<br>▹ Risque d'avoir une diversité insuffisante pour attirer et maintenir les auxiliaires toute la saison<br>▹ Moins bien adapté aux productions sous abris que plein champ |
| ▹ **Bandes fleuries semées** | ▹ Maîtrise des espèces végétales de la bande florale<br>▹ Plus grande diversité d'espèces (semées + spontanées)<br>▹ Maîtrise de la durée de floraison<br>▹ Choix des espèces en fonction de la culture et des auxiliaires visés | ▹ Coût assez important<br>▹ Temps de mise en place et d'entretien<br>▹ Risque d'échec partiel ou total (conditions météo défavorables, colonisation par les adventices, mauvais choix des espèces…) |

Il est bien sûr possible de mixer les deux techniques qui ont chacune des avantages et des inconvénients. Par exemple en bordure de parcelles, on laissera la végétation spontanée se développer et à l'intérieur des parcelles on sème des espèces sélectionnées en fonction de l'objectif recherché. Il est aussi possible de privilégier un couvert spontané tout en plantant des vivaces (ligneuses ou non, en mini-mottes ou en godets) aux alentours des parcelles, dans des zones où elles pourront prospérer plusieurs années sans gêner le travail. Il faut alors choisir des espèces à floraison longue et dont les familles botaniques sont différentes de celles des cultures comme le romarin, la marjolaine, les menthes[24], les sauges, la bourrache, l'origan, les pimprenelles, les potentilles...

A contrario dans une bande semée, des espèces spontanées vont inévitablement se développer (notamment des Poacées), surtout la seconde année. La présence de quelques adventices peut être favorable à la diversité mais elles ne doivent pas supplanter les espèces semées.

### *Une composition évolutive dans le temps*

*La composition de la flore des bandes fleuries pluriannuelles évolue au cours du temps et en fonction de l'entretien qui est réalisé (fréquence des fauches, re-semis…) : certaines espèces semées vont disparaître, des espèces spontanées vont apparaître. Il faut néanmoins veiller à ce que l'équilibre dynamique Poacées/Dicotylédones se maintienne et à ce que la bande ne s'appauvrisse pas, notamment en cas d'incident climatique : hiver très rigoureux, sècheresse, excès d'humidité. Une colonisation excessive par les adventices peut aussi provoquer (dès la 3ème année) une diminution significative du nombre des espèces annuelles florifères. On peut alors envisager de faire des re-semis partiels après griffage superficiel ou alors de recréer complètement la bande.*

*24 - Attention, les menthes peuvent se révéler envahissantes si les conditions leur sont favorables (humidité, ensoleillement). Leur système de production de stolon est en effet très efficace pour recouvrir des surfaces importantes.*

204105- Folio : q175 - Type : qINT-204105 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

## Quelles espèces sont les plus intéressantes ?

Pour les bandes fleuries à flore spontanée, c'est la nature qui choisit. Rien n'empêche de compléter cette sélection naturelle en plantant ou en semant quelques espèces supplémentaires, si le « choix de la nature » paraît trop pauvre ou déséquilibré.

Pour les bandes fleuries semées, il est difficile de faire des recommandations précises quant aux espèces à mettre dans le mélange, car elles dépendent des conditions pédo-climatiques et de l'objectif de la bande fleurie. Néanmoins, les expérimentations ont permis d'identifier une liste d'espèces qui conviennent pour leurs caractéristiques agronomiques et leur intérêt pour attirer et retenir les auxiliaires (▷ **voir la liste proposée par l'Iteipmai[25] sur www.itab.asso.fr** ◁).

Le mélange peut être fait à la ferme mais il en existe aussi dans le commerce, le choix proposé commence d'ailleurs à être assez diversifié. Il est important de vérifier la liste des plantes qui le composent (entre cinq et une vingtaine selon les distributeurs) et de privilégier les mélanges qui paraissent vraiment adaptés à la région (espèces sauvages) et aux objectifs (ex. : lutte contre les acariens, les pucerons…). Ils peuvent contenir des Poacées et des Dicotylédones (annuelles et vivaces) ou seulement des Dicotylédones. Se méfier des mélanges contenant un très grand nombre d'espèces, il est peu probable que toutes parviennent à prospérer.

**ASTUCE**

**Dans un mélange, il est important de prévoir des espèces hôtes de ravageurs inoffensifs pour les cultures. Ils attireront les prédateurs qui pourront ensuite migrer sur les ravageurs de la culture. Par exemple les bleuets (centaurées) et les Poacées sont hôtes de pucerons spécifiques (ils ne vont pas sur les cultures de légumes) qui attirent les coccinelles, les syrphes, les chrysopes, lesquels peuvent ensuite s'attaquer aux pucerons des cultures jouxtant la bande fleurie.**

## Haies

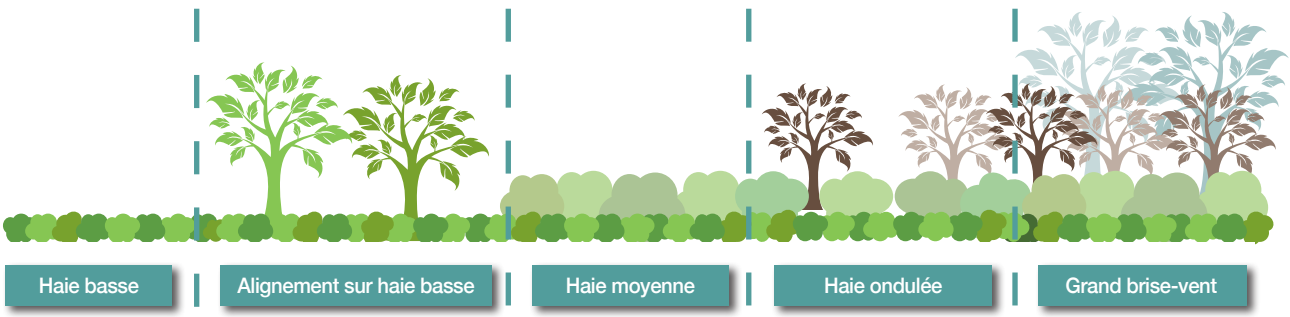
De très nombreuses études ont été faites sur les avantages (protection contre le vent, réservoirs de biodiversité, lutte contre l'érosion et les pollutions extérieures, productions secondaires, etc.) et les inconvénients (concurrence hydrique avec les cultures, ombrage, abris pour les ravageurs) des haies. Toutes s'accordent pour dire qu'**une haie est intéressante pour la biodiversité à condition d'être composée de plusieurs espèces végétales et de plusieurs strates, d'avoir une certaine épaisseur** (au moins trois mètres) et d'être connectée à d'autres éléments naturels. On parle alors de haies composites (▷ **voir figure 1** ◁). **Comme pour les bandes florales, il faut sélectionner des espèces à la fois adaptées au contexte pédo-climatique, et attractives pour les auxiliaires (nourriture et abris) mais pas pour les ravageurs des cultures.** Elles pourront également servir de support à l'installation de nichoirs et d'abris artificiels pour les auxiliaires (▷ **voir en fin de ce chapitre 2.1** ◁).

Dans certaines régions, il existe des aides financières des collectivités locales pour la création et/ou la réhabilitation des haies, certaines MAE concernent aussi les haies. Il faut se renseigner auprès de la Chambre d'agriculture ou de la DDT.

*25 - Iteipmai : Institut technique interprofessionnel des plantes à parfum, aromatiques et médicinales*

204105- Folio : q176 - Type : qINT-20140505 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Figure 1 – Plusieurs morphologies : la haie "modulable"




*D'après Arbre & Paysage 32*

## Implanter une haie : un projet à moyen terme à réfléchir sérieusement

La création d'une haie est un investissement qui s'inscrit dans la durée, il faut en effet plusieurs années (cinq à dix ans selon les essences choisies) avant qu'elle ne remplisse pleinement son rôle. Il est donc important de réfléchir sérieusement au projet et notamment de définir précisément les rôles prioritaires qu'on entend lui faire jouer. Il peut être intéressant de prendre conseil auprès d'agriculteurs et d'organismes ayant implanté des haies avec succès. Il n'existe pas de haie « clé en main », chaque haie doit être conçue en fonction des objectifs et de la topographie du lieu.

Quelques paramètres importants doivent notamment être pris en compte :

- l'implantation de haies en bas de pente favorise la stagnation de l'air froid (gelées tardives, réchauffement plus lent du sol) et de l'humidité (maladies),
- si la haie doit être implantée avec une orientation est-ouest pour des raisons de protection contre le vent et/ou contre les pollutions extérieures, cela augmente la concurrence pour la lumière et crée des zones plus froides et ombreuses au nord de la haie,
- pour favoriser le transfert et la circulation des auxiliaires en zone ouverte, les haies doivent être reliées à des éléments naturels (talus, bosquets, murets…) et en zone bocagère les haies doivent être connectées entre elles,
- lorsque c'est possible, il est préférable d'aménager une haie déjà existante plutôt que d'en implanter une nouvelle qui ne sera pas fonctionnelle avant plusieurs années. Il est en effet possible de boucher les « trous » avec de jeunes plants, et de la diversifier et/ou de l'épaissir avec de nouvelles essences. Il faudra alors veiller à la taille et à l'irrigation afin que la concurrence entre les arbres anciens et les nouveaux n'empêche pas ces derniers de se développer correctement.

Les paragraphes suivants n'abordent que les haies composites qui répondent le mieux à cet objectif principal de biodiversité fonctionnelle*. Il s'agit de haies composées en majorité d'arbustes (maximum cinq mètres de haut).

### À CONSULTER

- **Boîte à outil pour la plantation de haies de la Chambre d'agriculture du Centre sur www.centre.chambagri.fr ;**
- **Livret de la haie champêtre en Gascogne de Arbre et Paysages 32 sur www.arbre-et-paysage32.com ;**
- **Accès centralisés sur www.itab.asso.fr.**

** Voir glossaire*

204105 - Folio : q177 - Type : qINT-19-14-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bagokta





Arbre et paysage 32

▷ *Une haie diversifiée*

## *Les haies : des intérêts multiples*

*Outre leur intérêt pour la faune auxiliaire, les haies sont sources de productions secondaires, voire de revenus ou d'économies : baies (mûres, sorbes, sureau, cynorhodons…) ou autres fruits (noisette, nèfle, coing…), plantes médicinales, bois pour les tuteurs, mais surtout pour le chauffage et pour la production de BRF[26] par la taille et l'élagage des arbres (notamment des arbres têtards) et arbustes qui la composent.*

## Quelles essences choisir ?

Le choix des essences est déterminant pour que la haie remplisse au mieux son objectif vis-à-vis des auxiliaires. (▷ **voir tableaux détaillés de l'Iteipmai sur www.itab.asso.fr** ◁). S'agissant d'espèces pérennes, qui ont besoin de plusieurs années pour atteindre leur plein développement, le choix des espèces doit être fait avec discernement en prenant en compte :

▷ **Le contexte pédo-climatique et les exigences des espèces.** Il est préférable de choisir des espèces naturellement présentes dans la zone car d'une part, elles sont adaptées à la nature du sol et au climat (température, pluviométrie) et d'autre part elles sont plus susceptibles d'attirer les auxiliaires indigènes. Il faut ensuite tenir compte du micro-climat et du sol où va être implantée la haie (sol drainant ou hydromorphe, profond ou superficiel, etc.). Localement, des listes d'espèces recommandées sont disponibles auprès des Chambres d'agriculture, d'associations spécialisées ou des DDT ;

▷ **La compatibilité des espèces les unes par rapport aux autres** (approche phyto-sociologique). La haie constitue un peuplement végétal relativement dense, il importe donc de choisir des espèces capables de cohabiter harmonieusement, c'est-à-dire entre lesquelles la concurrence (lumière, eau, espace) ne va pas aboutir à la disparition d'une partie des espèces plantées. C'est dans les premières années qui suivent la plantation de la haie que la concurrence est la plus rude et qu'il importe d'établir l'équilibre entre les espèces par l'irrigation et des tailles différenciées. Par exemple certaines espèces (tilleul, merisier, chêne, noisetier, charme, érable champêtre…) ont une croissance de départ lente, il conviendra donc de veiller à ce qu'elles ne soient pas étouffées par des espèces plus agressives (peuplier, frêne, olivier de bohème...). Certaines espèces sont totalement incompatibles et ne doivent pas être associées (exemple du laurier–tin qui périclite en présence du robinier faux-acacia) ;

▷ **Des morphologies et des phénologies[27]* différentes.** La diversité des tailles (plusieurs strates de végétation) et des phénologies* (feuillages caducs et persistants et floraisons étalées dans le temps) favorise la diversité des auxiliaires, mais permet également de limiter la concurrence pour la lumière et l'espace. On considère qu'**une quinzaine d'espèces différentes, de morphologies et de phénologies diverses, permet d'attirer une diversité optimale d'auxiliaires**. On choisira ainsi quelques espèces de haut-jet (> 5 m), arbres élevés conduits en flèche ; la majorité de la haie étant composée d'espèces intermédiaires (3 à 5 m) conduites en flèche ou en cépée et d'espèces dites de bourrage (< 3 m) conduites en buisson. La présence de quelques espèces grimpantes comme le lierre, les chèvrefeuilles, les ronces et/ou les clématites permet d'assurer la cohésion de l'ensemble. Elles ne sont pas parasites des autres espèces, elles les utilisent simplement comme support ;

*26 - BRF : Bois raméal fragmenté. Voir chapitre 1-4 Fertilisation page 13*

*27 - Phénologie : étude de l'apparition d'événements périodiques dans le monde vivant, déterminés par les variations saisonnières du climat : floraison, fructification, coloration des feuilles...*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q178 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

- **L'intérêt vis-à-vis des auxiliaires. Il est évidemment important de choisir des espèces capables de fournir de la nourriture aux auxiliaires floricoles** (pollen et nectar) notamment les adultes de syrphes, d'Hyménoptères parasitoïdes…, sur une période la plus longue possible et notamment en début de saison (saule, laurier-tin, buis, noisetier, prunellier, cornouiller mâle) et en fin de saison (lierre). Certaines espèces comme le sureau noir sont attaquées par une espèce de puceron spécifique (*Aphis sambuci* pour le sureau), qui permet d'attirer et de retenir les auxiliaires aphidiphages[28]. Ceux-ci pourront ensuite aller sur les pucerons des cultures à proximité. L'introduction de quelques espèces produisant des fruits consommés par les oiseaux (ronces, sorbiers, églantiers, néflier, lierre, prunellier) permet de les maintenir à proximité des parcelles notamment en hiver. **La haie est aussi une zone refuge où les auxiliaires doivent trouver où s'abriter. Pour cela, les espèces à feuillage persistant** (lierre, buis, laurier tin…) **et/ou à pilosité importante** (noisetier, viorne lantane) **sont particulièrement intéressantes.** Enfin, les essences largement réparties géographiquement et appartenant à une famille botanique bien représentée dans la zone sont susceptibles d'accueillir des cortèges d'auxiliaires plus diversifiés que les essences exotiques ou de répartition réduite. L'entretien de la haie joue également un rôle important dans sa capacité à accueillir les auxiliaires (arbres têtards, arbres morts, tas de branches…). Certaines espèces (tilleul, orme, aulne) sont particulièrement attractives pour les acariens prédateurs, en effet ils possèdent au niveau de leurs feuilles des micro-cavités (domaties) dans lesquelles les acariens trouvent abris et protection ;

- **La compatibilité avec les cultures.** Contrairement aux espèces herbacées des bandes florales qui appartiennent souvent aux mêmes familles botaniques que les cultures, la plupart des espèces arbustives appartiennent à des familles différentes, ce qui ouvre une large gamme de choix. Il faut cependant éviter autant que possible les Rosacées, et les Fabacées susceptibles d'héberger les mêmes ravageurs, maladies et virus que les cultures appartenant à ces familles ;

- **L'intérêt paysager.** Ce critère est certes plus secondaire mais l'esthétique du cadre de travail peut aussi participer à la motivation quotidienne pour exercer le métier d'agriculteur (volume, couleur du feuillage, floraison, port). Les autres habitants permanents ou temporaires des zones rurales sont également sensibles à ce critère.

*28 - Aphidiphage : animal qui se nourrit de pucerons*

204105- Folio : q179 - Type : qINT-19-04-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Haies : mode d'emploi !

Une fois l'emplacement et les essences choisis, la haie peut être implantée, en veillant à une répartition harmonieuse des espèces.

### *La haie composite en chiffres*

- ***Nombre optimal d'espèces :*** *15*
- ***Largeur minimale :*** *3 mètres*
- ***Longueur minimale :*** *50 mètres*
- ***Distance minimale entre les plants :*** *1 mètre*
- ***Nombre minimal de ligne :*** *2 (en quinconce)*
- ***Nombre minimal de strates :*** *3*

*Attention, prévoir irrigation et paillage les premières années*

### Plantation

**La plantation doit se faire entre novembre et mars. La préparation du sol doit être faite l'été qui précède la plantation.** Elle consiste en un sous-solage, suivi d'un labour profond avec des outils à dents ou à disques afin de ne pas créer de zone de compactage.

Dans le cas de la réhabilitation d'une vieille haie, les arbres et arbustes à remplacer doivent être soigneusement arrachés (souches et racines). Des essences différentes doivent être plantées à leur place afin d'éviter les contaminations par d'éventuels parasites ou maladies.

**Il est préférable de choisir des plants jeunes avec des racines nues.** Afin de favoriser la reprise des plants, il est possible d'effectuer un pralinage des racines avec un mélange composé d'un tiers d'argile, d'un tiers de bouse de vache et d'un tiers d'eau. Attention aux plants en godets plastique car les racines peuvent avoir constitué des « chignons », qui rendent la reprise difficile, le plant peu vigoureux et vulnérable au vent. Les godets biodégradables ne présentent pas ce désavantage. Pour l'achat des plants, il est préférable, pour la plupart des espèces, de s'adresser à un pépiniériste forestier.

Pour une haie « standard » sur deux lignes, les plants sont disposés en quinconce. Pour les haies comprenant plus de deux lignes de végétaux, on placera les espèces destinées à devenir les plus hautes au centre, et les plus basses en périphérie.

**Les premières années, la concurrence avec les plantes herbacées spontanées peut être fatale aux jeunes plants, il faut donc prévoir un système de paillage pour contrôler les herbes.** Le plus courant est le paillage plastique noir (meilleur rapport prix/efficacité) ou le paillage plastique tissé, du type de ceux utilisés pour la plantation des vignes et des vergers. Ils devront être retirés quelques années plus tard, avant qu'ils ne commencent à se désagréger. Ces paillages plastiques présentent l'inconvénient –outre celui majeur de ne pas être biodégradable- d'induire des développements racinaires superficiels, les plants sont ainsi moins résistants au vent et à la sécheresse.

Une solution plus écologique (et esthétique), et pas forcément plus longue à mettre en place, est d'utiliser un mulch végétal (paille, écorces, bois broyé). Après la préparation du sol, des bottes de paille sont déroulées, ou des écorces ou des rameaux broyés épandus à l'emplacement de la haie, la plantation s'effectue après la mise en place du mulch. Ce système assure un apport de matières organiques et stimule l'activité biologique du sol, y compris le développement des mycorhizes* symbiotes des plants. En cas de paillage végétal, une fertilisation

204105- Folio : q180 - Type : qINT-20140505 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

préalable à l'installation de la haie est néanmoins nécessaire afin d'éviter la faim d'azote. L'épaisseur du mulch doit être suffisante (deux à dix centimètres) pour apporter une protection suffisante contre les herbes indésirables. Ce mulch doit être renouvelé régulièrement (tous les un à trois ans selon la nature du mulch et son épaisseur initiale), jusqu'à ce que la haie soit suffisamment haute pour concurrencer les herbes. La paille ne convient pas dans les régions sèches et ventées.

**Il est important de prévoir un système d'irrigation dans les régions sèches.** Il assurera une bonne reprise des plants et un développement rapide de la haie dans les années qui suivent la plantation. Si les espèces choisies sont adaptées au contexte pédo-climatique, l'irrigation n'est plus nécessaire au bout de quelques années (trois à cinq ans). On choisira un système d'irrigation par goutte à goutte ou par micro-aspersion.

**Les distances de plantation devront être adaptées aux essences choisies.** Néanmoins, on considère qu'il doit y avoir environ huit mètres entres les espèces de haut jet, et quatre mètres entre celles-ci et les espèces intermédiaires. Les espèces de bourrage viennent en complément, plantées à une distance minimale de un mètre entre elles et entre les autres espèces.

### *Aspects règlementaires : haies et voisinage*

***Si la haie sépare deux propriétés :***

- *si sa hauteur mesure moins de deux mètres, elle ne doit pas être implantée à moins de 0,5 m de la limite de propriété,*
- *si sa hauteur excède plus de deux mètres, elle doit être implantée à au moins deux mètres de la limite de la propriété (art.671 du Code civil).*

*Cette loi ne s'applique pas pour les haies en bordure d'un espace ou d'un bien public (route, chemin, ligne électrique ou téléphone). La distance minimale est de six mètres pour une route nationale et de deux mètres pour une route départementale ou communale. Pour les autres biens publics il faut se renseigner auprès des mairies et des DDT, voire des Chambres d'agriculture.*

## Entretien et taille

La taille des arbres et arbustes de la haie est primordiale pour assurer un développement harmonieux à l'ensemble et éviter que la haie soit dégarnie par endroit ou au contraire trop touffue. La première taille intervient l'hiver qui suit la plantation (novembre à février).

Les espèces de haut jet et certaines intermédiaires sont conduites en tige, c'est-à-dire qu'on favorise une seule tige verticale afin que l'arbre se développe en hauteur et laisse les arbustes de bourrage prendre leur place dans la strate basse de la haie. Pour cela les branches latérales sont systématiquement supprimées.

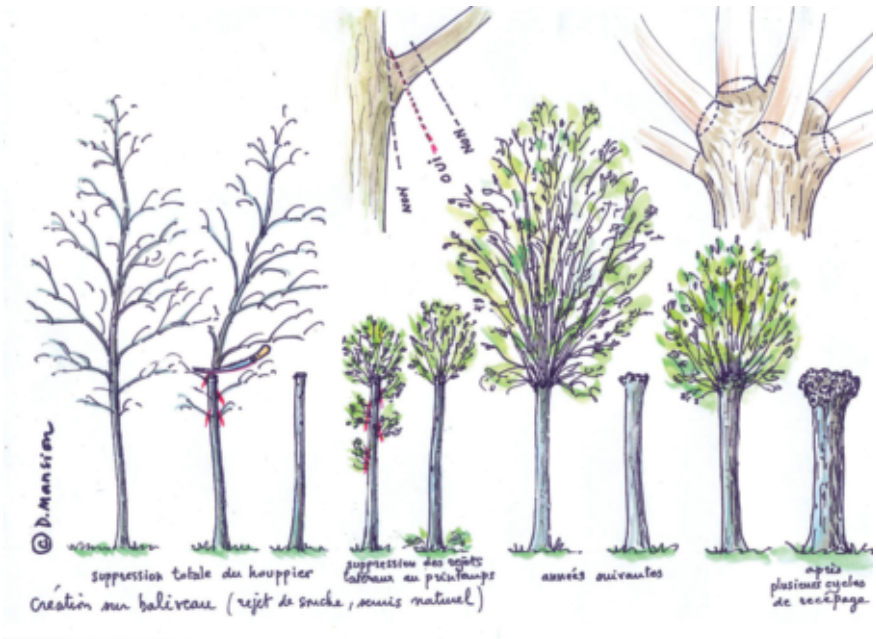
Les arbustes de bourrage et les espèces intermédiaires qui s'y prêtent sont maintenus en buisson par écimage, ce qui favorise le développement des branches latérales, ou bien par recépage. Cette opération consiste à couper l'arbre à 5-10 cm du sol, afin de favoriser le développement de rejets (▷ **voir figure 2** ◁). Les aulnes, saules, charmes, sureaux et noisetiers se prêtent très bien au recépage.

Au sein de la haie, certains arbres peuvent être conduits en têtard (▷ **voir figure 2 et encadré « pour aller plus loin »** ◁). Lorsque le tronc a atteint un diamètre de cinq à dix centimètres, on effectue une coupe nette du tronc à une hauteur de deux à quatre mètres. Des rejets vont se développer à partir de cette coupe, ils seront coupés à nouveau l'année suivante et ensuite tous les trois à cinq ans. Il

204105 - Folio : q181 - Type : qINT-29-04-05 13:43:30
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

faut soigneusement supprimer les rejets latéraux pour éviter un port buissonnant. Un certain nombre d'espèces se prêtent bien à une taille en têtard : frêne, aulne, chênes, charme, orme, érables, platane, mûriers…

**Figure 2 – Recépage et taille en têtard**




*Source : Trognes, le livre des arbres têtards - D. Mansion, Arbres et paysages 32*

Lorsque la haie est adulte, il est important de laisser s'installer une strate herbacée spontanée, ou d'installer une bande fleurie au pied de la haie. Elles serviront de refuge aux auxiliaires et assureront une transition entre la haie et les cultures.

## *Les arbres têtards, réservoirs de biodiversité*

*En vieillissant, les arbres têtards se creusent : le centre se dégrade alors que la périphérie reste vivante. De par leur port touffu et la présence de nombreuses cavités, ils abritent de très nombreuses espèces animales et végétales. Oiseaux (pics, mésanges, torcol, chouettes…), mammifères cavicoles (chauve-souris, fouine..), insectes (notamment Hyménoptères et xylophages), champignons et végétaux y trouvent gîte et couvert. Placés dans les haies, isolés ou en groupe en périphérie de parcelles, ils constituent des îlots et des jalons précieux pour la biodiversité.*



*A. Coulombel*

▷ *Arbres têtards*

204105 - Folio : q182 - Type : qINT-19-04-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Nichoirs et abris

Afin de favoriser l'installation durable des auxiliaires en tous genres aux abords des parcelles à protéger, il peut être utile, notamment dans les zones d'agriculture intensive où les zones naturelles sont rares, d'installer des dispositifs artificiels qui leur serviront d'abris pour la reproduction (nichoirs à oiseaux), la protection (abris à chauve-souris et à insectes), la recherche de nourriture (perchoirs à rapaces) et pour passer l'hiver (abris). Ils peuvent être achetés prêts à installer ou bien fabriqués à la ferme. Ils seront installés à proximité des parcelles, dans les haies, les arbres d'un bosquet ou bien sur un bâtiment.

**La plupart des insectes auxiliaires sont tributaires de l'existence d'endroits suffisamment protégés pour passer l'hiver :** vieux arbres pourvus de cavités et d'écorces épaisses, haies, façades de bâtiments pourvues de végétaux, hangars et greniers non chauffés sont très recherchés comme quartiers d'hiver. **Il faut dans la mesure du possible préserver ce type d'abris, et éventuellement en installer des artificiels**. **Voici quelques exemples :**

- des tas de pierres, de tuiles ou d'ardoises cassées serviront d'abris aux coccinelles, aux carabes, aux staphylins et aux forficules,
- des pots de fleurs en terre retournés et des caisses en bois remplies de paille et placées à l'abri de la pluie abriteront les chrysopes pour l'hiver,
- des fagots suspendus dans les haies, faits de tiges creuses (roseaux, bambous) et à moelle (sureau, ronce, framboisier) attireront guêpes et abeilles solitaires pour l'élevage de leurs larves au printemps et pour s'y abriter en hiver,
- il existe aussi dans le commerce des abris polyvalents appelés « hôtels à insectes ». La situation des abris (exposition sud-est et à l'abri de la pluie) et la présence de nourriture à proximité sont primordiales pour que les insectes viennent s'y installer,
- des abris à chauves-souris (fabriqués à la ferme ou achetés tout prêts) peuvent être installés, elles les occupent pendant la belle saison. Les abris ont le plus souvent la forme d'une boîte ayant une fente d'ouverture au fond. Ils doivent être en matériau non traité de couleur sombre, et rugueux à l'intérieur pour que les chauves-souris puissent s'accrocher. Ils doivent être placés en exposition sud, en hauteur (3 à 5 m), dans une zone calme, sur un bâtiment, un poteau dans une haie ou un bosquet,
- les nichoirs à oiseaux doivent être robustes (bois dur ou béton), résistants à la pluie, au vent, aux attaques des pics et des rongeurs qui agrandissent le trou d'envol pour attaquer la couvée. Ils doivent être faciles à nettoyer pour évacuer la litière laissée par les couvées et souvent infestée de parasites. De même, chaque nichoir doit correspondre au type d'oiseaux que l'on veut accueillir : forme du nichoir, diamètre du trou d'envol, volume intérieur, lieu de pose. Lors de la pose (haie, arbre isolé, bosquet à proximité des parcelles), le trou d'envol sera orienté au sud-est (à l'abri des vents dominants), bien dégagé et loin de toute branche qui pourrait permettre à un prédateur d'accéder au nid. Il faut éviter de placer le gîte au-dessus de l'eau (rivière, bassin) afin que le premier vol des oisillons ne se termine pas par une noyade. La pose du nichoir doit se faire bien avant la saison de reproduction, idéalement à l'automne ou en début d'hiver. La densité de nichoirs dépend de l'abondance (ou absence) de sites naturels dans l'environnement des parcelles. **Par exemple dans des milieux très anthropisés on peut prévoir entre cinq et six nichoirs pour oiseaux insectivores par hectare.**



*J.P Beaugendre*



*M. Conseil IBB/PAIS*



*J. Jouanneau/Gab 44*

▷ *Hôtels à insectes*

204105- Folio : q183 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata



- un tas de branches et de feuilles mortes laissé dans une haie à l'abri du vent permettra aux hérissons de passer l'hiver à l'abri,
- des murets de pierres sèches et des tas de pierres abritent lézards et couleuvres, voire belettes et hermines,
- l'existence d'un point d'eau (mare, bassin…) permet la présence de batraciens, mais attire aussi les chauves-souris et les oiseaux qui viennent s'abreuver et les insectes qui ont besoin d'eau pour construire leur nid (guêpes, abeilles…).

# COMPLEXIFIER LE SYSTÈME CULTIVÉ (VARIÉTÉS, ROTATIONS…)

Les paragraphes précédents sont consacrés à la biodiversité sauvage, qu'il convient de prendre en compte et de favoriser lors de la gestion de l'agrosystème. Cependant, **la biodiversité sauvage risque d'être insuffisante pour assurer les équilibres écologiques sans son pendant domestique : la biodiversité cultivée.** En effet, **la présence d'éléments naturels tels que bandes fleuries et haies ne pourra jamais remplacer la diversité des plantes cultivées,** tant dans le temps (rotations) que dans l'espace (polyculture). S'il est important d'introduire de la diversité sauvage, il est également primordial de complexifier et de diversifier le système agricole en lui-même, afin de limiter le développement et l'extension des maladies et des ravageurs. En effet, le choix d'espèces et de variétés adaptées au contexte pédo-climatique et l'adoption de bonnes pratiques agronomiques (rotations longues, polyculture, fertilisation organique) vont garantir d'une part la durabilité du système (préservation des ressources sol et eau) et d'autre part une meilleure résistance des cultures aux agressions biotiques[29] et abiotiques (maintien des niveaux de rendements avec un minimum d'intrants).

Les éléments pratiques relatifs à cette partie sont traités en détail dans les fiches par espèces du tome 2 pour le choix des variétés et les plantes compagnes et dans le ▹ **voir chapitre 5-1** ◃ de ce tome pour les rotations et les associations culturales.

## Espèces et variétés adaptées

Lorsque l'environnement (sol, température, humidité) dans lequel pousse une plante est à même de satisfaire ses exigences physiologiques, elle est moins vulnérable aux agressions des ravageurs et des maladies. Une plante déjà affaiblie par des conditions abiotiques qui ne lui conviennent pas (carences ou excès nutritionnels, stress ou excès d'eau) est plus volontiers attaquée par les bio-agresseurs. Dans la nature, la levée de dormance des graines ne se fait que lorsque certaines conditions favorables à la germination et à la croissance de la plante sont réunies. De même, une plante sauvage qui germe dans un milieu auquel elle n'est pas adaptée disparait rapidement du fait de la concurrence avec des plantes plus compétitives ou d'attaques de maladies et ravageurs.

29 - *Biotique : les facteurs biotiques représentent l'ensemble des interactions du vivant sur le vivant dans un écosystème. Les facteurs abiotiques représentent l'ensemble des facteurs physico-chimiques d'un écosystème (structure du sol, salinité, température, lumière, altitude...).*

204105- Folio : q184 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

Dans le milieu artificialisé qu'est une parcelle agricole, c'est à l'agriculteur que revient la responsabilité, s'il veut obtenir une récolte, de choisir les plantes à même de se développer correctement dans le milieu qu'il a lui-même préparé, et réciproquement de créer les conditions les plus favorables aux plantes qu'il a choisi de cultiver. Il importe donc pour lui de connaître les caractéristiques des parcelles (nature et fonctionnement du sol vis-à-vis de l'eau et des éléments nutritifs) et les besoins physiologiques des variétés qu'il envisage de cultiver, pour réduire au maximum les handicaps de départ. Pour cela des analyses de sol (▷ **voir chapitre 1-2** ◁), les résultats d'essais variétaux menés localement[30], les groupements de producteurs biologiques, les Chambres d'agriculture ou encore les recommandations des fournisseurs de semences fournissent des informations pratiques sur l'adaptation des variétés à des conditions données. Cependant, **ce sont les essais de différentes variétés menés par l'agriculteur lui-même,** c'est-à-dire son expérience personnelle (réussites et échecs), **qui lui permettront d'identifier les espèces et variétés qui conviennent le mieux à son système.**

Il est possible de pousser le raisonnement encore plus loin, en effectuant à la ferme la sélection de souches parfaitement adaptées aux conditions pédo-climatiques locales. Cette sélection peut se faire à l'échelle individuelle ou bien dans le cadre collectif d'un programme de sélection participative. (▷ **voir chapitre 3-1** ◁).

## Rotations

L'extrême importance des rotations pour la prévention des maladies et des ravageurs des cultures est abordée au ▷ **chapitre 5-1** ◁. Le rôle positif des engrais verts sur les auxiliaires est décrit dans le ▷ **chapitre 1-3** ◁.

## Changer d'échelle de réflexion

De façon plus générale, la compréhension et la résolution des problèmes chroniques de maladies ou de ravageurs passe par un changement d'échelle de réflexion c'est-à-dire qu'il faut passer du très local (« le foyer de bio-agresseur et la parcelle »), au plus global (« la ferme dans son ensemble mais également le paysage dans lequel elle s'insère »). En effet, ce dernier joue un rôle non négligeable (dont on commence seulement à appréhender l'importance) pour favoriser ou au contraire freiner la prolifération des bio-agresseurs, à l'échelle d'une petite région. En passant du local au global, les échelles d'espace, bien sûr, mais aussi de temps sont différentes. Si le local peut s'accommoder d'actions ponctuelles et/ou à court terme (ex. : traitement contre un ravageur), les actions sur le global, pour être durables et suivies d'effets, doivent s'envisager sur les moyen et long termes (ex : plantation d'une haie, restructuration d'une parcelle, conversion à l'agriculture biologique...).

*30 - Il existe un réseau national de criblage variétal d'espèces potagères coordonné par l'Itab et le Ctifl, dont l'objectif est de mutualiser les protocoles et les résultats des expérimentations menées sur l'évaluation variétale dans les conditions de production biologique*

204105- Folio : q185 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

## Pour conclure

*Pour tendre vers une agriculture plus durable et économe en intrants, il convient de reconsidérer la relation agriculture/nature. La nature n'est pas un ennemi à combattre mais un allié à apprivoiser. L'agriculteur doit apprendre à gérer ses parcelles et leur environnement comme un tout, en essayant de prendre en compte et d'utiliser la complexité des interdépendances existant entre tous les êtres vivants (visibles ou non) qui peuplent l'agrosystème.*

*Pour clore ce chapitre, il semble important d'aborder un facteur trop oublié de nos jours : le temps. Il serait vain de croire que les deux années de conversion à l'agriculture biologique puissent à elles seules transformer un système cultivé intensivement à grand renfort d'intrants en une oasis de biodiversité dans laquelle maladies et ravageurs se contrôlent naturellement ! Il faudra des années de soins attentifs et patients de l'agriculteur, d'échecs et de réussites, pour que progressivement les équilibres naturels se mettent en place, pour que les auxiliaires colonisent les parcelles et leurs abords et que les sols retrouvent leur vitalité. La nature a besoin de temps, l'homme lui en accorde si peu... Il est très probable que pendant cette période de transition, l'utilisation de produits de lutte directe soit nécessaire (▷ **voir chapitre 2-2** ◁). Cependant, ces interventions doivent amener l'agriculteur à s'interroger sur ses pratiques et à les améliorer pour qu'avec le temps et l'expérience, il ait de moins en moins besoin de recourir à des traitements directs. L'agriculteur biologique doit apprendre à adapter ses pratiques aux exigences de la nature afin de bénéficier de ses services.*

# SOURCES


- ▷ Arbres et paysages 32. 2006. **Le livret de la haie champêtre en Gascogne.** Ed. Arbres et Paysages 32
- ▷ Berry D. (Sérail) et Legrand Mickaël (Fredon Nord Pas de Calais). 2007. **Bandes fleuries en cultures légumières.** Actes des Journées Techniques Itab-Grab Paris. Ed Itab
- ▷ Bonnaure R. (Iteipmai). 2011. **Inventaire des plantes utiles en PPAM : une approche de la biodiversité fonctionnelle.** Potentiel écologique et intérêt de différentes espèces. Synthèse bibliographique. Ed. Iteipmai
- ▷ Boyles J., Cryan P., McCracken G. et Kunz T. 2011. **Economic Importance of bats in agriculture.** Ed. Science vol. 332. www.sciencemag.org
- ▷ Bouvier JC., Toubon JF., Navarette M., Sauphanor B. (Inra). 2007. **Installation de nichoirs à oiseaux dans les vergers.** Intérêts et possibilités de transfert vers la profession agricole. Actes des rencontres techniques Ctifl/Itab Balandran.
- ▷ Conseil M. (IBB). 2005. **Les auxiliaires communs aux cultures légumières.** Fiche technique. Ed. Itab.
- ▷ DREAL de l'Eure. 2010. **Note sur l'intérêt économique de certaines espèces dites « nuisibles» en Haute Normandie.**
- ▷ Guet. G. 2012. **Mémento d'agriculture biologique.** Guide pratique à usage professionnel. Ed. FranceAgricole
- ▷ Jay M. (Ctifl Balandran), Langton P. (U.M.Z Cambridge), Petit E. (Univ. Rennes). 2007. **Régime alimentaire des pipistrelles en Costières du Gard.** Rencontre Technique légumes Ctifl/Itab.
- ▷ Lambion J. et Amour C. (Grab). 2008. **Biodiversité fonctionnelle en maraîchage biologique.** Compte rendu d'expérimentation. Ed. Grab
- ▷ Lambion J., Sarthou J.P., Warlop F. 2009. **Favoriser les auxiliaires naturels en agriculture biologique.** Fiche techniques. Ed. RMT DevAB

204105- Folio : q186 - Type : qINT-20140505 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black


- Laur M. (LPA Isle/Sorgue), Lambion J. (Grab) et Mazollier C. (Grab). 2012. **Implanter des bandes florales pour favoriser les auxiliaires.** Refbio maraîchage Paca. Dossier bandes florales. Ed. Grab
- Legemble J. 2008. **Des auxiliaires contre la mouche du chou.** Fiche technique. Ed. SRPV Haute Normandie.
- Legemble J. 2008. **Les syrphes.** Fiche technique. Ed. SRPV Haute Normandie.
- Legemble J. 2009. **Les coccinelles.** Fiche technique. Ed. SRPV Haute Normandie.
- Le Roux X., Barbault R., Baudry J., Burel F., Doussan I., Garnier E., Herzog F., Lavorel S., Lifran R., Roger-Estrade J., Sarthou J.P., Trommetter M. 2008. **Agriculture et Biodiversité. Valoriser les synergies.** Expertise scientifique collective, synthèse du rapport Inra. Ed. Inra
- Libourel G. (Grab). 2008. **Bandes florales et biodiversité fonctionnelle.** Compte rendu d'expérimentation. Ed Grab
- Mansion D. 2010. **Trognes, le livret des arbres têtards.** Ed. Arbres et paysages 32
- Nespoulos L. 2011. **Lutte contre les pucerons de la chicorée biologique.** Essai bande fleurie sur chicorée porte graine et plan d'aménagement d'une haie composite. Mémoire de licence. Ed Bejo Sud et AgroCampus Ouest Angers.
- Rizzo V. et Arrufat A. (Civambio66). 2009. **Les haies composites.** Fiche technique. Ed. CivamBio66 - RedBio
- Romet L. Libourel G. et Barrière E. (Grab). 2006. **Mise en place de bandes florales.** Etudes et inventaires faunistiques. Compte rendu d'expérimentation. Ed. Grab
- Ronzon B. (Sérail). 2008. **Contrôle biologique par gestion de l'habitat.** Ed. SERAIL
- Ronzon B. et Berry D. (Sérail). 2006. **Bandes fleuries : réservoir d'auxiliaires - Impact sur les pucerons de la salade – Compte rendu d'expérimentation.** Ed. Chambre d'agriculture régionale de Rhône-Alpes. http://rhone-alpes.synagri.com
- Sarthou JP (Ensat). 2006. **Quand la biodiversité rend des services à l'agriculture, "biologique" devient le maître mot.** Alter Agri n°76. Ed Itab.
- Sarthou JP (Ensat). 2006. **La protection des plantes, un grand rôle de la biodiversité fonctionnelle.** Alter Agri n°76. Ed Itab.
- Sarthou JP (Ensat). 2006. **Sous la terre : la face cachée de la biodiversité fonctionnelle.** Alter Agri n°76. Ed Itab.
- Sarthou JP (Ensat). 2006. **Les pollinisateurs : indispensables mais menacés.** Alter Agri n°76. Ed Itab.
- Schaub L., Bloesch B., Graf B. et Höhn H. **Chrysopes et Hémérobes.** Ed. Agroscope Changins
- Soltner D. 2004. **Petit guide des arbres et haies champêtres.** Ed. STA
- Soltner D. 1999. **Planter des haies.** Ed. STA
- Tillon L. (ONF). 2002. **Elles aussi aiment les insectes.** Revue Insecte n°126. Ed. Inra-OPIE

**Sur internet :**
www.agrienvironnement.org/ae/fiches/09.htm : Fiches techniques sur les aménagements agricoles favorables à la faune et à la flore sauvage


# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**
- Monique Jonis (Itab)

**Relecture**
- Marie Laetitia Melliand, Frédéric Rey, Blaise Leclerc, Rodolphe Vidal, Aude Coulombel, Julie Carrière (Itab)
- Jérôme Lambion (Grab)
- Rémy Bonnaure (Iteipmai)
- Christiane Schaub (CA 67)

204105- Folio : q187 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# 2-2 MOYENS DE LUTTE DIRECTE POUR MAÎTRISER LES BIO-AGRESSEURS

**Ce chapitre consacré à la lutte directe traite principalement des produits permettant de limiter (préventivement ou curativement) les dégâts aux cultures causés par les ravageurs et pathogènes - désignés sous le terme générique de bio-agresseurs*-. Il aborde les aspects règlementaires de l'utilisation des substances et produits de protection des cultures autorisés en AB. Cependant, l'application d'un produit n'est pas le seul moyen de lutte directe contre les bio-agresseurs, l'utilisation des filets anti-insectes ainsi que les méthodes thermiques ont donc été également incluses dans ce chapitre. En effet, les premiers visent à perturber directement les ravageurs et à les empêcher d'atteindre les cultures qu'ils convoitent, et les secondes (solarisation et désinfection vapeur) sont utilisées principalement en curatif pour détruire les pathogènes du sol ainsi que les adventices (graines et plantules). Rappelons que les moyens de lutte directe, notamment l'utilisation de produits biocides, ne doivent être envisagés qu'en dernier recours, lorsque les méthodes préventives se sont révélées insuffisantes pour contrôler les bio-agresseurs.**

** Voir glossaire*

204105- Folio : q188 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

# QUELQUES DÉFINITIONS UTILES

## Substance active (simplifié dans le texte en substance) ou matière active

Ce sont les molécules (ou ensemble de molécules) ou les micro-organismes (y compris les virus) qui exercent une action générale ou spécifique (le plus souvent biocide[1]) sur les organismes nuisibles.

## Produit phytopharmaceutique (simplifié dans le texte en produit)

La (ou les) substance(s) active(s) sont associées à des co-formulants (ex. synergistes) dans le but d'améliorer leurs propriétés (efficacité, rémanence…) ou de faciliter l'application du traitement (dilution, émulsion…). Les co-formulants n'ont pas d'effet direct sur les bio-agresseurs. Le produit phytopharmaceutique est donc l'ensemble « matière(s) active(s)/co-formulants » qui sera commercialisé dans un but de protection des cultures (▷ **voir 2 pages plus loin la définition règlementaire d'un produit phytopharmaceutique** ◁). Les termes « spécialités commerciales » ou « produits commerciaux » peuvent également être utilisés pour désigner les produits phytopharmaceutiques.

## Usage

Il s'agit du couple culture/ravageur ou culture/maladie pour lequel l'utilisation d'un produit donné est autorisée (délivrance d'une AMM[2]). Exemple : Tomate – traitement des parties aériennes - Mildiou. L'usage définit aussi les conditions d'application : doses, période de traitement…

## Usage amateur (jardin)/usage professionnel

Certains produits phytopharmaceutiques ont une autorisation - mention jardin - pour être utilisés dans un cadre amateur (jardinage de loisir pour une consommation familiale). En l'absence de spécification sur l'usage jardin, le produit est réservé à un usage professionnel (agriculteur). Tous les produits bénéficiant de la mention jardin peuvent être utilisés par des professionnels, néanmoins les conditionnements sont peu adaptés à un usage agricole, les concentrations en matière active souvent plus faibles (efficacité moindre) et les prix souvent rédhibitoires pour traiter de grandes surfaces.

## Toxicologie

Ce sont les études effectuées préalablement à une mise sur le marché, des effets potentiels sur l'être humain d'une exposition aiguë et chronique à une matière active et à un produit phytopharmaceutique, et ceci quelle que soit la voie d'entrée dans l'organisme (ingestion, inhalation, contact).



M. Conseil/IBB-P.A.I.S.

*1 - Biocide : étymologiquement bio + cide = « qui tue la vie »*

*2 - AMM : autorisation de mise sur le marché*

204105 - Folio : q189 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bagekta

### Ecotoxicologie

Ce sont les études, effectuées préalablement à une mise sur le marché, des effets potentiels sur l'environnement (sol, air, eau) mais aussi des effets non intentionnels sur les organismes non cibles (ex : auxiliaires) d'une exposition aiguë et chronique à une matière active et à un produit phytopharmaceutique.

A l'issue des études toxicologiques et écotoxicologiques, des phrases de risques (ex : H332 = nocif par inhalation ou H400 = très toxique pour les organismes aquatiques) et des risques de toxicologie (ex. H412 = Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme) sont établis et affichés sur les étiquettes des produits afin d'informer les utilisateurs des risques inhérents à l'emploi de ces produits.

# QUE DISENT LES RÉGLEMENTATIONS FRANÇAISES ET EUROPÉENNES

## SUR LA MISE SUR LE MARCHÉ ET L'USAGE DE SUBSTANCES ET PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES ?

La commercialisation et l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, pour des raisons évidentes de protection de la santé publique et de l'environnement, sont des secteurs très réglementés, à la fois au niveau européen et au niveau national. Dans le cas des productions biologiques, le problème se corse puisque les produits doivent être compatibles à la fois avec les règlements sur la production biologique ET avec ceux relatifs à la mise en marché des produits phytopharmaceutiques. Ce qui au final aboutit à un nombre de produits disponibles et d'usages couverts très faible. En d'autres termes, **la lutte directe en production de légumes biologiques ne peut légalement être utilisée que pour un nombre très faible d'espèces et d'usages. Plusieurs réglementations se superposent :** les matières actives sont réglementées au niveau européen (réglementation générale concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et réglementation AB) et les produits commerciaux sont réglementés au niveau national (AMM). Ce qui explique aussi les différences de disponibilités entre les différents pays européens, et peut aboutir, notamment dans le secteur de la production de fruits et légumes, à des distorsions de concurrence difficilement compréhensibles pour les producteurs. En effet, si les produits phytopharmaceutiques ne peuvent pas circuler librement entre Etats membres, les productions agricoles traitées avec lesdits produits le peuvent.

204105- Folio : q190 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# Réglementation sur l'agriculture biologique dans l'Union Européenne

Le règlement européen sur la production biologique donne la priorité à la prévention en matière de protection des cultures : « La prévention des dégâts causés par les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes repose principalement sur la protection des prédateurs naturels, le choix des espèces et des variétés, la rotation des cultures, les techniques culturales et les procédés thermiques »[3]. Cependant, lorsque ces mesures « ne suffisent pas à protéger les végétaux contre les ravageurs et les maladies, seuls les produits énumérés à l'annexe II du présent règlement peuvent être utilisés dans la production biologique. Les opérateurs conservent des documents justificatifs attestant la nécessité de recourir à ces produits. »[4].

Le recours à la lutte directe, bien que limité, est quand même prévu par le règlement CE n°889/2008.

L'annexe II de ce règlement modifié par le règlement CE n°673/2016, liste l'ensemble des substances actives des produits phytopharmaceutiques, qui sont autorisées en agriculture biologique dans le cadre de la protection des plantes. Il s'agit d'une liste positive car les substances actives non présentes sur cette annexe ne sont pas autorisées en agriculture biologique. Les conditions spécifiques d'utilisation pour chacune des substances actives sont également explicitées dans cette annexe.

**1. Substances d'origine animale ou végétale**

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| ▷ **Azadirachtine extraite d'*Azadirachta indica*** (neem ou margousier) | ▷ Insecticide |
| ▷ **Substances de base** | ▷ Uniquement les substances de base au sens de l'article 23, paragraphe 1, du règlement (CE) n° 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil[5] qui sont couvertes par la définition du terme " denrée alimentaire " énoncée à l'article 2 du règlement (CE) no 178/2002 du Parlement européen et du Conseil[6] et qui sont d'origine végétale ou animale.<br>▷ Substances à ne pas utiliser en tant qu'herbicide, mais uniquement dans la lutte contre les ravageurs et les maladies. |
| ▷ **Cire d'abeille** | ▷ Uniquement pour la protection/cicatrisation des plaies de taille et de greffe. |
| ▷ **Protéines hydrolysées à l'exclusion de la gélatine** | ▷ Appât, uniquement pour applications autorisées en combinaison avec d'autres produits appropriés de la présente liste |
| ▷ **Laminarine** | ▷ Le varech est soit cultivé selon le mode de production biologique, conformément à l'article 6 quinquies, soit récolté dans le respect du principe d'une gestion durable, conformément à l'article 6 quater. |
| ▷ **Phéromones** | ▷ Uniquement pour pièges et distributeurs. |
| ▷ **Huiles végétales** | ▷ Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide. |
| ▷ **Pyréthrines extraites de *Chrysanthemum cinerariaefolium*** | ▷ Insecticide |

*3 - règlement CE n°834/2007 article 12, paragraphe 1, points g) et h)*

*4 - règlement CE n°889/2008 article 5*

*5 - Règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques (JO L 309 du 24.11.2009, p. 1)*

*6 - Règlement (CE) no 178/2002 du Parlement européen et du Conseil du 28 janvier 2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires (JO L 31 du 1.2.2002, p. 1)*

204105- Folio : q191 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

| | |
|---|---|
| ▹ **Pyréthroïdes** (uniquement deltaméthrine et lambdacyhalothrine) | ▹ Uniquement pour pièges avec appâts spécifiques ; uniquement contre Batrocera oleae et Ceratitis capitata Wied. |
| ▹ **Quassia extrait de *Quassia amara*** | ▹ Uniquement en tant qu'insecticide, répulsif. |
| ▹ **Répulsifs olfactifs d'origine animale ou végétale/graisse de mouton** | ▹ Uniquement sur les parties non comestibles des cultures et dans les cas où celles-ci ne sont pas ingérées par des caprins ou des ovins. |

**2. Micro-organismes ou substances produites par des micro-organismes**

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| ▹ **Micro-organismes.** | ▹ Ne provenant pas d'OGM. |
| ▹ **Spinosad** | |

**3. Substances autres que celles mentionnées aux points 1 et 2**

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| ▹ **Silicate d'aluminium** (kaolin) | |
| ▹ **Hydroxyde de calcium** | ▹ Lorsqu'il est utilisé en tant que fongicide, uniquement sur les arbres fruitiers, y compris les pépinières, pour lutter contre Nectria galligena. |
| ▹ **Dioxyde de carbone** | |
| ▹ **Composés de cuivre sous la forme d'hydroxyde de cuivre, d'oxychlorure de cuivre, d'oxyde cuivreux, de bouillie bordelaise et de sulfate de cuivre tribasique** | ▹ Jusqu'à 6 kg de cuivre par hectare et par an.<br>▹ Pour les cultures pérennes, les États membres peuvent disposer, par dérogation au paragraphe précédent, que la limite de 6 kg peut être dépassée au cours d'une année donnée, à condition que la quantité moyenne effectivement utilisée sur une période de cinq ans comprenant l'année en question et les quatre années précédentes ne dépasse pas 6 kg. |
| ▹ **Éthylène** | |
| ▹ **Acides gras** | ▹ Toutes utilisations autorisées, sauf en tant qu'herbicide. |
| ▹ **Phosphate ferrique** (orthophosphate (III) de fer) | ▹ Préparations à disperser en surface entre les plantes cultivées. |
| ▹ **Kieselgur** (terre à diatomées) | |
| ▹ **Polysulfure de calcium** | |
| ▹ **Huile de paraffine** | |
| ▹ **Carbonate acide de potassium** (ou bicarbonate de potassium) | |
| ▹ **Sable quartzeux** | |
| ▹ **Soufre** | |

204105- Folio : q192 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Même si les macro-organismes (insectes auxiliaires par exemple) ne sont pas listés à l'annexe II du règlement CE n°889/2008 (car les macro-organismes sont hors champ des produits phytopharmaceutiques), ces derniers sont autorisés par le biais de l'article 4, a), i) du règlement CE n°834/2007 indiquant que la production biologique est fondée sur le fait de « concevoir et de gérer de manière appropriée des procédés biologiques en se fondant sur des systèmes écologiques qui utilisent des ressources naturelles internes au système, selon des méthodes qui utilisent des organismes vivants et des méthodes de production mécaniques ». Autrement dit, l'utilisation de macroorganismes est autorisée dans les systèmes de production en agriculture biologique, comme moyen de lutte biologique à condition que ces macroorganismes ne soient pas obtenus à partir ou issus d'organismes génétiquement modifiés.

## Réglementation générale sur l'usage des produits de protection des cultures en Europe

L'article 2 du règlement CE n°1107/2009 sur la mise en marché des produits phytopharmaceutiques donne la définition suivante des produits de protection des cultures. *« On entend par produits phytopharmaceutiques les produits, sous la forme dans laquelle ils sont livrés à l'utilisateur, composés de substances actives, phyto-protecteurs ou synergistes, ou en contenant, et destinés à l'un des usages suivants :*

- *protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir l'action de ceux-ci […],*
- *exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, telles les substances, autres que les substances nutritives, exerçant une action sur leur croissance,*
- *assurer la conservation des produits végétaux, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions communautaires particulières concernant les agents conservateurs,*
- *détruire les végétaux indésirables […],*
- *détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux […]. »*

Ce règlement prévoit des règles uniformes applicables à toute l'Union Européenne en matière d'autorisation, de mise sur le marché, d'utilisation et de contrôle des produits phytopharmaceutiques et des matières actives qu'ils contiennent. La liste communautaire des substances actives qu'il est possible d'utiliser pour la protection des cultures dans l'Union Européenne est définie par le règlement d'exécution CE n°540/2011 du 25 mai 2011. En effet, seules sont autorisées les spécialités phytopharmaceutiques dont les substances actives sont incluses au règlement CE n°540/2011 du 25 mai 2011 et qui ne présentent pas de risque inacceptable pour la santé humaine ou animale, ni pour l'environnement lorsque le produit est utilisé dans des conditions normales liées à son autorisation de mise sur le marché.

204105 - Folio : q193 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bagokta

**ATTENTION**

**Pour savoir si un produit commercial dispose d'une AMM en France pour l'usage considéré, il faut consulter la base de données officielle e-phy[9]. Pour vérifier si un produit est utilisable en AB, voir le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France[10], réalisé par l'Itab[11] et l'INAO. Accès sur www.itab.asso.fr.**

## Réglementation générale sur l'usage des produits de protection des cultures en France

**Pour pouvoir être commercialisé puis utilisé en France, un produit phytopharmaceutique doit disposer d'une AMM. Pour cela, il doit d'abord voir sa matière active inscrite dans la liste communautaire** (règlement CE n°540/2011) (▷ **voir paragraphe précédent** ◁). Ensuite, sa mise sur le marché est réglementée par des textes législatifs nationaux[7].

En application de ces dispositions, les produits phytopharmaceutiques, quelle que soit leur nature, doivent d'abord faire l'objet d'une évaluation relative aux risques qu'ils peuvent présenter pour les applicateurs, les consommateurs et l'environnement. Pour ensuite être autorisés à la vente, ils doivent donc répondre à des garanties à la fois en matière de sécurité, d'innocuité et d'efficacité. **L'AMM est délivrée pour un ou des usages précis, une dose d'emploi déterminée et d'éventuelles prescriptions particulières d'emploi** (zone non traitée - ZNT, délai avant récolte - DAR, limite maximale de résidus - LMR …) selon les règles générales d'application des produits phytopharmaceutiques conformément à l'arrêté du 12 septembre 2006.

Bien que ni soumis au processus d'approbation au règlement CE n°1107/2009 ni soumis au dispositif d'AMM, tout macro-organisme qui n'est pas établi sur le territoire concerné, est conditionné à une procédure d'autorisation préalable à son entrée sur le territoire et/ou à son introduction dans l'environnement (Décret 2012-140 du 30/01/2012)[8]. Le législateur a donc décidé de créer un cadre législatif et réglementaire pour l'utilisation de macro-organismes non indigènes, sans porter préjudice à son développement. Le décret n°2012-140 du 30/01/2012 relatif « aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique » est entré en vigueur le 01/07/2012.

## Superposition des réglementations : quelle disponibilité au final pour les produits phytopharmaceutiques en AB en France ?

**Pour être utilisable en France par un agriculteur bio et pour un usage donné, un produit phytopharmaceutique doit remplir trois conditions :**

- ▷ être composé de substance(s) active(s) incluses au règlement d'exécution CE n°540/2011, et ainsi autorisé au niveau communautaire,
- ▷ ET disposer d'une AMM sur le territoire national pour l'usage (ou les usages) considéré(s). L'utilisation d'une spécialité commerciale est subordonnée au respect des conditions d'octroi de leur AMM,
- ▷ ET être composé de substance(s) active(s) inscrite(s) à la liste positive des substances phytopharmaceutiques du règlement européen AB (annexe II du règlement CE n°889/2008). Les conditions spécifiques d'utilisation, décrites dans l'annexe II du règlement CE n°889/2008, doivent aussi être respectées.

La liste positive des substances actives utilisables en AB pour la protection des plantes étant réduite (▷ **accès depuis www.itab.asso.fr, espace maraîchage** ◁), celle des produits disponibles répondant aux trois conditions énoncées ci-dessus l'est encore plus (▷ **voir figure 1** ◁).

7 - *Articles L.253-1 et suivants, articles R.253-1 et suivants du Code rural et de la pêche maritime et leurs textes d'application*

8 - *Décret 2012-140 du 30/01/2012 relatif aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique*

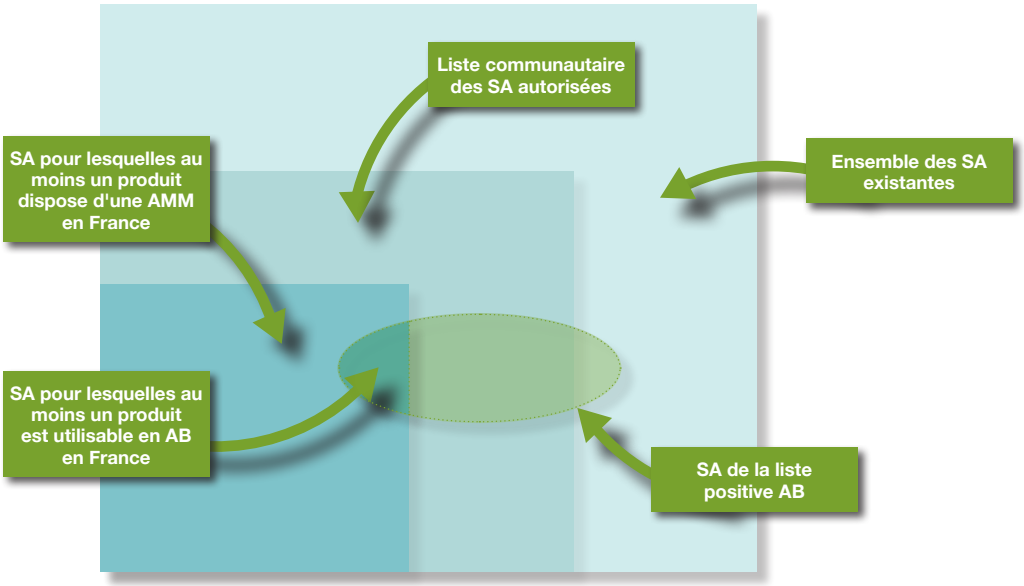
9 - *Anses ephy : https://ephy.anses.fr*

10 - *www.inao.gouv.fr/repository/editeur/pdf/GUIDES_et_NT/111012_GUIDE_INTRANTS.pdf*

11 - *www.itab.asso.fr*

204105 - Folio : q194 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Figure 1 – La disponibilité des produits utilisables en agriculture biologique est réduite (SA : substance active)




# CAS DES PRÉPARATIONS NATURELLES PEU PRÉOCCUPANTES ET DES SUBSTANCES DE BASE

## Généralités et historique

En 2009, pour pallier le vide réglementaire qui existait entre la directive CE 91/414 et le futur règlement CE n°1107/2009 (du 21 octobre 2009), la France a publié un décret pour les autorisations de mises sur le marché des PNPP*. Les arrêtés qui en découlent avaient anticipé et prenaient en comptent le concept de substance de base (Art. 23 du règlement CE 1107). L'ordonnance du 15 juillet 2011 puis le décret n°755 de 2012 ont clarifié temporairement la situation après l'entrée en vigueur le 14 juin 2011 du règlement européen sur l'usage et la commercialisation des substances

phytopharmaceutiques (règlement CE n°1107/2009). Les homologations de substances naturelles ou PNPP, utilisées pour la protection des plantes, passaient désormais par l'article 23 (substances de base) ou 22 (substances à faibles risques) du règlement CE n°1107/2009. La mise sur le marché des substances à faibles risques étant identique aux substances actives classiques (évaluation et AMM).

204105 - Folio : q195 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**À CONSULTER**

**Plus d'informations sur le site de l'ITAB : http://www.itab.asso.fr/activites/pnpp.php**

## Qu'est-ce qu'une PNPP[12] ?

**Il n'existe pas de PNPP au sens de l'Europe** (règlement CE n°1107/2009), **mais la** Loi d'Avenir Agricole **la définit comme composée exclusivement de :**

- **Substances de Base** dont l'activité principale n'est pas phytopharmaceutique mais utile à la protection des cultures au titre de l'article 23 du règlement CE n°1107/2009. Ces substances semblent être une réponse possible aux exigences de l'AB ;
- **Biostimulants** dont l'activité n'est pas phytopharmaceutique au titre de l'article 50 de la loi d'Avenir Agricole. Un décret n°2016-532 du 27 avril 2016 décrit la procédure d'autorisation des biostimulants et un arrêté correspondant du 27 avril 2016 établit la liste des biostimulants. Pour l'instant, la liste des substances autorisées est définie sur *http://www.itab.asso.fr*. La future réglementation européenne est attendue pour 2017.

**Une PNPP est obtenue par un procédé accessible à tout utilisateur final.**

## Les PNPP en AB

- **Substances de Base**
  - La substance doit être approuvée en tant que substance de base au sens du règlement CE n°1107/2009. Plus d'informations sur la page Règlementation substance de base,
  - il n'y a pas d' AMM en France pour les substances de base,
  - la substance de base doit être listée à l'annexe II du Règlement CE n°889/2008.
- **Biostimulants**
  - Le biostimulant doit être conforme au Décret n°2016-532 du 27 avril 2016 et listé à l'Arrêté du 27 avril 2016. Pour l'instant, il n' y a pas encore de règlementation européenne sur les biostimulants.
  - Concernant la production biologique, le guide de lecture de l'INAO, cite que les substances naturelles issues de plantes ou de partie de plantes listées à l'article 1 de l'arrêté du 27 avril 2016 établissant la liste des substances naturelles à usage biostimulant sont utilisables en production biologique, sauf dispositions spécifiques prévues dans la règlementation de l'Union Européenne.

## Définition réglementaire des substances de base

### Qu'est-ce qu'une substance de base ?

Le règlement européen CE n°1107/2009 définit, dans son article 23, les substances de base comme des substances principalement non utilisées comme des produits phytopharmaceutiques, mais qui sont utiles pour la protection des végétaux et dont l'intérêt économique pour faire approuver ces substances peut être limité.

*12 - PNPP : Préparation Naturelle peu préoccupante*

204105 - Folio : q196 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

### *Article 23 du règlement CE n°1107/2009*

***Une substance de base est une substance qui :***

- *(a) n'est pas une substance préoccupante ; et,*
- *(b) qui n'est pas intrinsèquement capable de prouver des effets perturbateurs sur le système endocrinien, des effets neurotoxiques ou des effets immunotoxiques ; et,*
- *(c) dont la destination principale n'est pas d'être utilisées à des fins phytosanitaires, mais qui est néanmoins utile dans la protection phytosanitaire, soit directement, soit dans un produit constitué par la substance et un simple diluant ; et,*
- *(d) n'est pas mise sur le marché en tant que produit phytopharmaceutique. Une substance active qui répond aux critères des "denrées alimentaires[13]" défini à l'article 2 du règlement CE n°178/2002 est considéré comme une Substance de Base.*

**À CONSULTER**

**Plus d'info sur le circuit d'approbation sur http://www.itab.asso.fr/activites/pp-approbation-sb.php.**

Ces substances de base, qui n'ont ni d'effets nocifs immédiats ou différés sur la santé humaine et animale, ni d'effets inacceptables sur l'environnement, pourront être utilisées en Europe après avoir été approuvées par le règlement CE n°1107/2009.

La Commission Européenne a définit une **liste des substances de base "potentielles"**, qui pourraient éventuellement répondre aux critères des substances de base.

Une substance de base pour être approuvée comme telle doit faire l'objet d'un dossier d'approbation conformément à la procédure européenne.

## Les substances de base en AB

Une fois les substances approuvées au niveau EU à la règlementation générale, elles doivent être encore autorisées en AB.

### ▷ Origine végétale ou animale

Le règlement CE n°673/2016, ajoute une catégorie substance de base à l'annexe II du règlement CE n°889/2008. Les substances de base au sens de l'article 23 du règlement CE n°1107/2009 qui sont couvertes par la définition du terme "denrée alimentaire" énoncée à l'article 2 du règlement CE n°178/2002 et qui sont d'origine végétale ou animale. Pour être automatiquement intégrée en AB, la substance de base doit être alimentaire et d'origine animale ou végétale.

### ▷ Origine minérale

Les substances de base minérales doivent quant à elles être listées à l'annexe II du Règlement CE n°889/2008. Pour cela, des dossiers d'inscriptions à l'annexe II doivent être réalisées et soumis en France à l'INAO puis à la Commission Européenne.

*13 - Denrées alimentaires : désigne toute substance ou produit transformé, partiellement transformé ou non transformé, destiné à être ou raisonnablement à être, ingéré par les êtres humains*

204105- Folio : q197 - Type : qINT-20140505 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

**ATTENTION**

**Seuls les produits phytopharmaceutiques disposant d'une AMM en France peuvent être utilisés. En d'autres termes, tout produit qui n'est pas explicitement autorisé est interdit.**

# RECOMMANDATIONS SUR L'UTILISATION DE PRODUITS DE TRAITEMENTS EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Les substances dont il est question ici ne doivent être utilisées qu'en dernier recours lorsque toutes les méthodes préventives et agronomiques se sont révélées insuffisantes pour empêcher le développement de ravageurs et/ou de maladies. Elles ne sauraient en aucun cas se substituer, sur le moyen ou le long terme, à des pratiques culturales non conformes aux principes de base de l'agriculture biologique.

## *Abréviations utilisées sur les produits phytopharmaceutiques*

- ***Risques toxicologiques***

*La nomenclature est en cours de changement : les équivalences sont données ci-dessous, même si dans la suite du texte c'est l'ancienne nomenclature qui a été conservée.*

  - ***H319 -*** *Provoque une sévère irritation des yeux et H315 - Provoque une irritation cutanée remplacent Xi : Irritant (pour les yeux et pour la peau),*
  - ***H302 -*** *Nocif en cas d'ingestion et H332 - Nocif par inhalation remplacent Xn : Nocif en cas d'ingestion ou d'inhalation,*
  - ***H301 -*** *Toxique en cas d'ingestion et H331 - Toxique par inhalation remplacent T : Toxique en cas d'ingestion ou d'inhalation*
    *N : dangereux pour l'environnement.*

- ***Phrases de risques***
  - ***H302 -*** *Nocif en cas d'ingestion, remplace :*
    ***R48/22 -*** *Nocif, risques d'effets graves pour la santé en cas d'exposition prolongée par ingestion,*
  - ***H410 -*** *Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme, remplace :*
    ***R50/53 -*** *Très toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique,*
  - ***H411 -*** *Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme, remplace :*
    ***R51/53 -*** *Toxique pour les organismes aquatiques, peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l'environnement aquatique.*

- ***Autres***
  - ***LMR*** *(limite maximale de résidus) : concentration la plus élevée en résidus légalement acceptable pour que la denrée alimentaire soit commercialisable,*
  - ***ZNT*** *(zone non traitée) : distance minimale à respecter entre la zone traitée et les points d'eau (source, rivière, étang, canal, réservoir…) avoisinants,*
  - ***DAR*** *(délai avant récolte) : temps entre le dernier traitement et la récolte,*
  - ***DRE*** *(délai de rentrée dans la parcelle traitée) temps entre le dernier traitement et l'entrée de la personne sur la parcelle traitée.*

204105- Folio : q198 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

Bien qu'autorisées par le règlement sur l'agriculture biologique, l'usage de ces substances n'est pas anodin. S'il est nécessaire de les employer, il est impératif de respecter les doses et les précautions et recommandations d'utilisation.

**Avant de prendre la décision d'utiliser un produit de traitement, quelques règles de bon sens doivent prévaloir :**

- ▹ les parcelles doivent faire l'objet d'une surveillance attentive et constante, afin d'identifier précocement les zones à risques et les premiers symptômes révélateurs de la présence des bio-agresseurs,
- ▹ le producteur doit être capable de reconnaître les symptômes et de pouvoir effectuer un diagnostic juste et précis, en se faisant aider par un technicien si nécessaire,
- ▹ il est important d'échanger avec ses voisins sur les éventuels problèmes phytosanitaires présents dans le voisinage et dans la proximité immédiate des parcelles,
- ▹ les modèles de prévision de risques et les avertissements agricoles permettent aux producteurs de connaître la situation phytosanitaire de leur zone et les risques de développement des bio-agresseurs.

Ces quelques préalables doivent permettre au producteur d'évaluer les risques et de choisir, si nécessaire, la méthode d'intervention la plus adéquate.

Si la décision de traiter est prise, il est fortement recommandé de :

- ▹ traiter en localisé avant de le faire en généralisé, ceci n'est possible que si le diagnostic est suffisamment précoce,
- ▹ utiliser un produit sélectif (quand il existe) plutôt qu'un produit à large spectre, afin de perturber au minimum l'activité des auxiliaires,
- ▹ optimiser l'efficacité du traitement en utilisant un matériel de pulvérisation performant et correctement réglé, en utilisant des produits stockés dans de bonnes conditions et dont les dates de péremption ne sont pas dépassées, en respectant les recommandations d'utilisation du fabricant.

L'utilisateur doit se protéger (masque, gants…) pendant la préparation et l'application des bouillies. Bien que naturels, pour la plupart, les substances et produits utilisables en AB ne sont pas pour autant inoffensifs pour l'utilisateur.

**ATTENTION**

**Certiphyto, certificat individuel pour les produits phytopharmaceutiques qui atteste de connaissances suffisantes pour utiliser les pesticides en sécurité et en réduire leur usage est obligatoire depuis le 1er octobre 2014, y compris pour les producteurs bio.**

**REMARQUE**

**Les données toxicologiques et écotoxicologiques concernent, sauf précisions contraire, les spécialités commerciales non diluées.**

204105 - Folio : q199 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# MÉTHODES PASSIVES DE CONTRÔLE DES RAVAGEURS : FILETS ANTI-INSECTES (OU INSECT-PROOF)

**ATTENTION**

**Les filets dits micro-climatiques (appelés aussi « filets à patate »), en mailles tricotées, plus légers et moins coûteux que les filets anti-insectes n'offrent pas une protection suffisante contre les ravageurs les plus petits que sont les mouches mineuses, les thrips et les aleurodes, en raison de la taille de leurs mailles (environ 1mm).**

**Il s'agit d'agro-textiles dont le tissage est suffisamment fin pour empêcher les insectes d'atteindre la culture tout en permettant le passage de l'eau et de l'air** afin que les conditions pédo-climatiques soient les moins modifiées possible.

Ces filets sont pour la plupart en polyéthylène, mais il en existe aussi en polyamide (faible résistance aux UV), en polyester ou en mélange polyester/verre. Ils sont tissés ou en maille tricotée dont le diamètre varie de 300 à 800 µm. Ils sont traités anti-UV et donc réutilisables plusieurs années (selon les conditions d'ensoleillement, de pluie, de vent et de salissement). Ils permettent la circulation de l'air et réduisent modérément la luminosité.

## Filets anti-insectes horizontaux

### Principe

Les filets sont installés directement sur la culture à protéger (ils doivent alors être fixés au sol mais pas de façon trop tendue pour permettre aux cultures de se développer, l'élasticité du filet est en effet limitée) ou sur des arceaux. Il est également possible de poser des filets sur les ouvrants des tunnels et des serres.

**Ils permettent de protéger les cultures contre les mouches** (mineuses ou mouches de la carotte, du chou, de l'oignon), **les Lépidoptères** (surtout sur chou), les thrips, les aleurodes ou encore contre les altises des Crucifères, voire les pucerons, pendant les périodes de vols de ces ravageurs (ces périodes sont repérées par l'installation de pièges englués). Ils empêchent les pontes et limitent ainsi les dégâts causés par les larves. La taille des mailles dépend du ravageur visé : 300 µm contre les thrips et les aleurodes, 800 µm contre les pucerons, les mouches mineuses et les altises, et inférieure à 900 µm contre les mouches et les papillons.



A. Coulombel



A. Coulombel

▷ *Filets anti-insectes*

### *Du voile de forçage comme filet anti-insectes ?*

*L'utilisation d'un voile de forçage (type P17) en polypropylène non-tissé recouvrant le sol et les plantes constitue également une barrière efficace contre les pucerons vecteurs de virus, les altises, les mouches et les doryphores. Il ne peut être cependant utilisé qu'avant la germination et aux premiers stades de croissance des plantes, au-delà les plantes risquent de manquer de lumière et d'aération. Ce type de voile est fragile et résiste mal au vent. Lorsqu'il a joué son rôle de forçage il faut le remplacer par un filet anti-insectes, plus résistant et plus « respirant » pour les cultures.*

204105 - Folio : q200 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Précautions d'utilisation

**L'utilisation de filets horizontaux demande une surveillance accrue des cultures pour éviter l'apparition de maladies fongiques** due aux modifications du micro-climat à l'intérieur des filets (hygrométrie plus élevée, ventilation moindre), notamment dans les régions humides et lorsque la végétation est dense. Pour éviter ces inconvénients, il est possible d'installer les filets uniquement pendant les périodes de vol du ravageur, mais il faut en ce cas effectuer des piégeages pour les identifier.

## Avantages et inconvénients

**L'intérêt de cette technique est d'assurer une protection quasi intégrale des cultures contre les principaux ravageurs sans recourir à l'usage d'insecticides.**

En revanche l'**installation des filets est fastidieuse et demande beaucoup de main d'œuvre pour la mise en place,** surtout dans les zones ventées, où les filets doivent être soigneusement arrimés. Pour les grands filets et/ou les grandes surfaces, il existe des enrouleuses qui peuvent être attelées à l'arrière d'un tracteur et qui facilitent grandement le travail.

Ils ne sont ni biodégradables ni recyclables. L'utilisation sur de grandes surfaces, outre la consommation contestable de grandes quantités de plastiques, participe aussi à la pollution visuelle.

Ils peuvent accroître les risques de maladies cryptogamiques, peuvent modifier l'homogénéité des arrosages (si par aspersion), ainsi que l'aspect des fanes, ce qui pose problème pour les légumes vendus en bottes. Enfin, ils interdisent les interventions culturales (désherbage, traitement, cueillette...) et doivent donc être posés et enlevés plusieurs fois au cours de la saison de culture afin de permettre ces opérations. En outre dans les régions sèches les filets peuvent se charger de poussière et ombrer ainsi exagérément les cultures.

Les filets et voiles sont coûteux et non biodégradables, il importe donc d'en prendre soin afin de les utiliser le plus longtemps possible, et d'économiser ainsi au maximum leur consommation :

- lors de la pose, les fixer fermement au sol (avec des sacs de sable par exemple),
- ne pas marcher dessus,
- utiliser le bon filet pour le bon usage, tenir compte lors du choix des conditions climatiques (ensoleillement, vent…),
- ne jamais les laisser traîner au sol après utilisation (action du vent, des UV, envahissement par les adventices etc…) mais les entreposer en rouleaux aussi serrés et compacts que possible, dans un endroit sec, à l'ombre et à l'abri des rongeurs.

### A CONSULTER

***" Comment utiliser les voiles et filets en maraîchage biologique ",***

**fiche technique du projet Vetabio, disponible auprès du Gabnor, PLRN ou Fredon Nord-pas-de-Calais.**

204105- Folio : q201 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

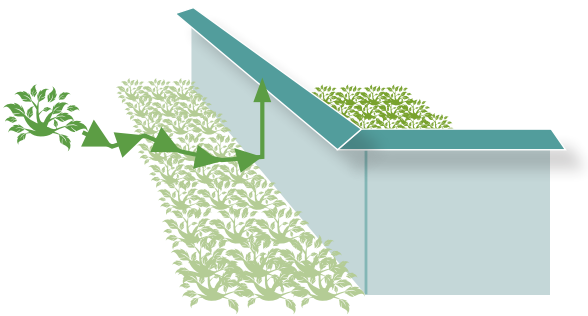


# Filets anti-insectes verticaux

## Principe

Certains ravageurs des légumes (ex. mouche de la carotte ou du chou, cécidomyie du chou), se déplacent en volant sous la couverture protectrice de la culture ou juste au-dessus d'elle. C'est en se basant sur l'observation de ce comportement que les filets verticaux ont été conçus. En dressant sur le trajet de déplacement des insectes un obstacle avec un surplomb, les ravageurs y restent coincés, car ils essaient toujours de s'échapper vers le haut et en direction de la lumière (▷ **voir figure 2** ◁). Le filet anti-insectes (▷ **voir caractéristiques techniques dans le paragraphe précédent** ◁) est installé comme une clôture tout autour de la culture à protéger. **Les résultats obtenus avec cette technique sont encourageants notamment dans des parcelles de taille modeste et non ventées.** Il reste cependant des améliorations à apporter.

**Figure 2 – Principe des filets anti-insectes verticaux**



*Source : Alter Agri n°67, d'après un schéma du FiBL*

## Avantages et inconvénients

Par rapport aux filets horizontaux, **cette technique présente les avantages de ne pas modifier le micro-climat de la culture** (température, humidité) **et de permettre les interventions culturales** (ex. binage, fertilisation, cueillette) sans qu'il soit nécessaire d'enlever le filet. Le désherbage au pied du filet pose quand même problème, et ne peut guère être réalisé qu'à la main. En revanche, ce type de filets ne convient qu'aux parcelles de petite taille et abritées du vent, en effet les filets verticaux sont ingérables dans les zones ventées. Le temps d'installation est assez important et **le dispositif est plus coûteux que les filets horizontaux.** Par ailleurs, ils ne protègent pas la culture contre les pucerons et les Lépidoptères. L'accès à la parcelle en tracteur reste peu aisé.

Les dernières améliorations apportées aux filets verticaux concernent la stabilité et la réduction de la prise au vent (filets plus perméables) ainsi que la simplification de leur mise en place afin de les rendre aussi simples à installer et à déplacer que les clôtures mobiles pour le bétail.

204105- Folio : q202 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

# MÉTHODES THERMIQUES DE CONTRÔLE DES RAVAGEURS ET DES MALADIES TELLURIQUES : SOLARISATION ET DÉSINFECTION VAPEUR

**Ces méthodes ont pour objectif de détruire les ravageurs, les pathogènes du sol mais également les semences et plantules d'adventices[14] présents dans la couche superficielle du sol (20 cm, maxi 30 cm).** Elles ont un effet limité dans le temps, sont perturbantes pour l'activité biologique des sols, et ne doivent pas être utilisées systématiquement. Elles ne peuvent en aucun cas se substituer à de bonnes pratiques agronomiques : rotations longues, cultures et environnement diversifiés, alternance de familles botaniques, choix de variétés adaptées, engrais verts….

### *Pour aller plus loin*

*Les bactéries et les virus sont peu sensibles aux températures élevées, les méthodes thermiques ont donc peu d'effet sur eux. En revanche, les œufs et les larves des ravageurs présents dans le sol (taupins, altises…), les semences d'adventices et certains champignons (*Sclerotinia, Rhizoctonia*…) sont détruits par la chaleur.*

## Solarisation

Cette technique, simple dans son principe, a été mise au point il y a déjà plusieurs décennies en Israël.

### Objectif

**Désinfecter les sols par solarisation permet principalement de protéger les cultures des attaques de champignons telluriques et de limiter le développement des adventices.** L'efficacité semble toutefois insuffisante pour lutter contre les nématodes phytophages si elle n'est pas combinée à des techniques préventives, notamment des rotations diversifiées.

### Principe

Il s'agit d'utiliser l'effet thermique d'un film polyéthylène transparent posé sur le sol et chauffé par le soleil pour détruire les pathogènes mais également les plantules et graines d'adventices. Avant la pose du plastique, le sol doit être préparé et humidifié (capacité au champ[15]) comme pour la réalisation d'un semis. La bâche plastique assure la transmission du rayonnement solaire au sol et permet l'élévation de la température au-delà de 40°C. L'eau stockée assure la transmission en profondeur par conduction. Elle permet aussi la réactivation des formes de conservation des champignons et la mise en germination des graines d'adventices rendant ainsi ceux-ci plus vulnérables encore à la chaleur. C'est le maintien d'une température élevée pendant un temps assez long qui assure la réussite de cette méthode. En conditions optimales, on peut escompter atteindre une température de 45°C à 10 cm et de 40°C à 25-30 cm de profondeur pendant toute la durée de la solarisation.

### REMARQUE

**Les données en France indiquent souvent que cette technique est réservée au Sud de la France, cependant des références montrent qu'on peut aussi pratiquer avec succès cette technique en plein champ dans des régions plus froides (Savoie, Danemark), ce qui compte étant plus le nombre d'heures d'ensoleillement que la température extérieure.**

*14 - Voir aussi désherbage thermique dans le tome 3 spécialement dédié à la gestion des adventices*

*15 - Voir chapitre 1-3*

204105- Folio : q203 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## Conditions de réussite de la solarisation

Il faut avant tout **une durée et une intensité d'ensoleillement suffisantes** : on préconise une durée minimale de 45 jours sous abri et 60 en plein champ.

L'intensité lumineuse doit permettre d'obtenir une élévation rapide de la température dans les trois premiers jours qui suivent la pose de la bâche plastique. Il faut donc s'assurer qu'il fera soleil pendant les trois jours qui suivent la pose de la bâche. En effet en cas de temps couvert, les premières adventices auront tôt fait de recouvrir le sol et empêcheront localement une élévation de température sous la bâche. Pour capter un maximum de chaleur, les bordures doivent être désherbées ou avoir une végétation rase. Sous serre, les couvertures ne doivent pas être blanchies. La zone à solariser ne doit pas être ombrée par des arbres ou des bâtiments.

- **Une préparation soigneuse du sol** est primordiale. Il faut d'une part éviter tous les tassements qui empêchent une bonne circulation de la chaleur et, d'autre part que le sol soit aussi plan et homogène que possible, dépourvu de grosses mottes, ce qui permettra d'éviter la création de poches d'air propices au développement des adventices ;
- **Une humidification suffisante du sol est nécessaire :** lors de la pose de la bâche, le sol devra être à la capacité au champ, il faut donc faire le plein en eau du sol sans excès : 30 mm pour les sols sableux, 40 mm pour les sols limoneux et 90 mm pour les sols argileux. Il faut ensuite vérifier que le sol ne ressuie pas trop vite. C'est en effet l'eau du sol qui conduit la chaleur et permet l'élévation puis le maintien d'une température élevée. Les dessèchements superficiels sont la cause d'un mauvais transfert de la chaleur. Sur sol légers, il est conseillé de placer des goutteurs tous les 80 cm sous la bâche afin de réhumecter le sol quand nécessaire ;
- **Un film plastique adapté doit être choisi.** La capacité au champ étant atteinte, il faut sans attendre couvrir le sol avec un film polyéthylène transparent (il existe aussi des films dits « thermiques qui permettent une plus grande élévation de la température grâce à une composition multicouche polyéthylène/polyamide) de 30 à 60 µm d'épaisseur traité anti-UV (résistant à au moins 700 h d'ensoleillement) et tendre la bâche au maximum en l'enterrant de chaque côté sur toute la longueur pour assurer l'étanchéité ;
- **Semer directement après la solarisation.** Il est préférable de contrôler la teneur en azote nitrique du sol qui peut avoir augmenté de façon importante (accélération des processus de minéralisation). Il faut éviter de travailler le sol après la solarisation, sauf si la structure du sol a été tassée. On privilégiera donc un semis ou une plantation directement et rapidement après le débâchage. Si le sol a été tassé, alors il ne faudra le travailler que superficiellement (maximum 15 cm) pour éviter de ramener en surface des graines d'adventices ou des pathogènes non détruits par la solarisation. En cas de tassement important, le travail du sol en profondeur doit être impérativement fait avant la solarisation.

## Place de la solarisation dans la rotation

Il faut prévoir de ne pas faire de cultures sur le sol à traiter en fin de printemps et/ou en été : en effet, la solarisation doit se faire pendant les mois les plus ensoleillés et chauds de l'année. Pour un effet de désherbage, la solarisation peut être pratiquée de mai-juin à septembre, sur une durée d'au moins un mois. Pour une désinfection du sol (action contre les pathogènes), il faut poser la bâche de mi-juin à mi-juillet en plein champ ; jusqu'à fin juillet sous abris, pour une durée optimale de deux mois.

### ASTUCES

- **En plein champ : il est important de bâcher immédiatement après l'arrosage (élévation de température lente) et de faire des bandes de 5 à 6 mètres de large maximum.**
- **Sous abris : il faut laisser en permanence les ouvrants légèrement ouverts afin d'éviter des températures excessives qui pourraient accélérer le vieillissement des bâches des abris et la destruction du matériel d'irrigation.**
- **Il faut absolument éviter de fertiliser le sol avant la solarisation, en effet la fraction facilement minéralisable des matières organiques apportées sera entièrement minéralisée, avec des risques d'excès d'azote au moment du retrait de la bâche.**

204105- Folio : q204 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**La solarisation peut être envisagée comme faisant partie intégrante de la rotation,** en effet, plus qu'un effet curatif puissant, **c'est son utilisation répétée sur le long terme qui permet le maintien des bio-agresseurs à un niveau acceptable.**

### *Bio-désinfection ou biofumigation*

*La durée d'ensoleillement constitue une forte limite à la solarisation. C'est pourquoi une méthode de bio-désinfection est actuellement en cours d'expérimentation. Elle consiste à utiliser les propriétés de certaines espèces végétales, notamment leur composition biochimique.*

- *Cette technique consiste à incorporer au sol une culture de type Crucifère ou Alliacée produite sur la parcelle, en vert, après l'avoir broyée, puis à travailler le sol pour mettre en place la solarisation ;*
- *La décomposition de la matière fraîche enfouie conduit à des modifications de l'atmosphère du sol (augmentation du $CO_2$, baisse de l'$O_2$ et libération de composés soufrés à effet fongicide) ;*
- *Il est nécessaire d'incorporer une quantité de matière fraîche importante (objectif 80 tonnes /ha) ;*
- *Cette technique en cours d'expérimentation en plein champ donne déjà des résultats encourageants sous abris. Elle a cependant pour inconvénient d'allonger la période d'immobilisation du sol.*

## Désinfection vapeur

Cette technique est autorisée par le règlement européen sur les productions biologiques car elle ne laisse aucun résidu. En revanche, **elle est très gourmande en combustible et détruit une grande partie des micro-organismes du sol.** Pour ces raisons, **elle ne doit être utilisée qu'occasionnellement.** La solarisation, lorsqu'elle est possible, doit lui être préférée.

### Objectif

**La désinfection des sols à la vapeur vise à protéger les cultures principalement contre les champignons telluriques et les nématodes phytopathogènes et à détruire les graines d'adventices** par un moyen thermique. L'importance de la désinfection est proportionnelle à l'épaisseur de sol traitée donc au temps de traitement et à l'énergie dépensée.

### Principe

Il s'agit d'injecter de la vapeur d'eau à 180°C, après préparation du sol, afin d'en élever suffisamment la température (80 à 90°C) pendant quelques minutes pour détruire les plantules, les semences d'adventices et les ravageurs et pathogènes de surface (25 à 30 cm). A la différence de la solarisation, le temps d'application est court mais les températures sont bien plus élevées.

### Mise en œuvre

Comme pour la solarisation, la préparation du sol avant la désinfection à la vapeur doit être parfaite : structure meuble et fine, surface plane et non motteuse, sol pas trop humide et débarrassé de tous résidus de culture (tiges, racines…). L'application de vapeur d'eau au sol peut être faite :

204105- Folio : q205 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata



J.Jouanneau/GAB 44

▹ *Désinfection vapeur avec des plaques métalliques équipées d'injecteurs de vapeur d'eau*

- ▹ soit avec des bâches plastiques, plaquées au sol par des « boudins ». La vapeur brûlante est introduite sous les bâches pendant une durée d'environ 3 h pour une profondeur traitée de 25 cm. Cette méthode longue et lourde à mettre en œuvre est principalement utilisée pour détruire des ravageurs et des pathogènes (nématodes, corky root…),
- ▹ soit avec des plaques métalliques équipées d'injecteurs de vapeur d'eau (photo). Les plaques métalliques sont laissées en place 5 à 10 minutes pour atteindre 80 à 90 °C à une profondeur de 8 à 10 cm, ce qui est largement suffisant pour avoir un bon désherbage, mais qui peut être insuffisant pour lutter contre des champignons du sol (re-contamination à partir des couches profondes). Les plaques sont fixées à l'avant ou à l'arrière du tracteur (modèle autoporteur) ou déplacées manuellement.

### Précautions d'utilisation

Il convient de ne pas fertiliser le sol avant une désinfection vapeur, en effet les températures élevées, notamment en surface, vont hâter les processus de minéralisation. Il conviendra donc de vérifier par analyse la teneur en azote du sol avant d'effectuer une quelconque fertilisation azotée suite à la désinfection.

**Si la vapeur détruit les pathogènes, elle détruit aussi une grande partie des micro-organismes du sol et entretient un déséquilibre dans la vie du sol.** Pour hâter la recolonisation par la flore utile et éviter la prolifération de pathogènes, il est recommandé de réaliser, après la désinfection, des apports de compost bien mûr, en prenant garde de ne pas retravailler le sol trop en profondeur afin d'éviter de remonter des graines d'adventices ou des pathogènes. Pour tous les risques qu'elle comporte, cette technique est donc à utiliser avec une grande précaution.

## Comparaison entre solarisation et désinfection vapeur

**Tableau 7 : Qualités comparées des méthodes thermiques**

| | Avantages | Inconvénients |
|---|---|---|
| ▹ **Solarisation** | ▹ Destruction des adventices, des ravageurs et des pathogènes présents dans la couche superficielle du sol (maxi. 20 cm)<br>▹ Peu coûteux en matériel<br>▹ Peu coûteux en énergie<br>▹ Pas de résidus<br>▹ Non toxique et non rémanent<br>▹ Moins coûteux que la désinfection vapeur (1 500 à 2 100€/ha HT) | ▹ Temps de mise en place assez important<br>▹ Valable uniquement pour les zones suffisamment ensoleillées<br>▹ Immobilisation de la parcelle traitée pendant un à deux mois<br>▹ Production de déchets plastiques non biodégradables ni recyclables, sauf s'il existe une organisation de collecte et de retraitement |
| ▹ **Désinfection vapeur** | ▹ Très bonne efficacité contre les adventices<br>▹ Destruction de certains champignons telluriques mais l'objectif est plutôt le désherbage (maxi. 30 cm).<br>▹ La désinfection à la vapeur ne mobilise le sol que quelques jours contrairement à la solarisation<br>▹ Non toxique et non rémanent<br>▹ Pas de résidus | ▹ Très gourmande en énergie<br>▹ Coût élevé (autour de 4 000€/ha HT)<br>▹ Souvent fastidieux et pénible pour l'applicateur (temps + chaleur)<br>▹ Applicable surtout sur des petites surfaces<br>▹ Remontée du pH et de la salinité<br>▹ Possibilité de libération de composés chimiques comme les ions ammonium et manganèse (excès de manganèse soluble si désinfection en profondeur) qui perturbent la vie microbienne et posent problème pour les cultures suivantes. L'apport d'engrais peu avant la culture semble être un facteur aggravant<br>▹ Destruction de micro-organismes utiles du sol |

204105- Folio : q206 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# AUTRES MÉTHODES DE RÉGULATION DES RAVAGEURS

Ces méthodes, selon les espèces de ravageurs et la gravité des attaques, peuvent être utilisées seules ou en complément de celles précédemment évoquées. Elles peuvent parfois permettre d'éviter le recours à l'utilisation d'un produit biocide. Elles sont décrites en détail dans la partie « Méthodes de lutte » de chaque fiche ravageur du ▹ **chapitre 2-3** ◃.

## Ramassage manuel

**Pour certains ravageurs (limaces, noctuelles terricoles, doryphores), parfois un des seuls ou derniers recours est le ramassage manuel,** long et fastidieux, mais qui peut permettre d'éviter la prolifération du ravageur, et de limiter ses dégâts. Cette technique n'est évidemment applicable que pour des parcelles de taille modeste. La mise en place préalable de pièges avec éventuellement des appâts, permet d'attirer et de concentrer les ravageurs, ce qui facilite d'autant l'opération de ramassage. C'est le cas pour les limaces et les noctuelles terricoles. Les doryphores peuvent également être ramassés, notamment lors de l'apparition des premiers adultes, ce qui réduira les pontes et le nombre de larves.

## Arrosage – bassinage

Certains insectes comme les thrips et les acariens (tétranyques tisserands), ont besoin pour leur développement de conditions sèches et chaudes. Pour stopper les proliférations et réduire les populations, la modification du micro-climat de la parcelle est une solution efficace et souvent radicale, particulièrement contre les thrips et les acariens. Il faut effectuer un arrosage copieux par aspersion ou mieux, procéder à des brumisations (ce qui nécessite un équipement particulier), idéalement en fin de matinée. Il faut également favoriser la ventilation. **L'eau, associée à la baisse locale de la température, suffit bien souvent à enrayer la prolifération des populations de thrips et d'acariens.** La remontée de l'hygrométrie est également favorable à de nombreux auxiliaires, notamment les micro-Hyménoptères parasitoïdes.

## Travail du sol

Les opérations de travail du sol superficiel, si elles ne suffisent pas à contrôler un ravageur, participent, en exposant les larves et les œufs à la dessiccation et aux prédateurs, à réduire sa population. Elles doivent se faire par temps sec et chaud (quand plusieurs jours de temps sec sont prévus). Elles présentent **un intérêt contre les taupins** et dans une moindre mesure contre les autres ravageurs terricoles (larves, œufs), pas suffisamment mobiles pour s'enfoncer dans le sol pour se mettre à l'abri.

204105 - Folio : q207 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Piégeages

La mise en place de pièges répond à trois objectifs principaux selon les espèces de ravageurs :

- **Détecter la présence du ravageur :** c'est le cas du piégeage sexuel pour les Lépidoptères ravageurs (capsules diffusant des phéromones femelles permettant d'attirer les mâles + plaques engluées pour les capturer), des plaques de couleur engluées pour les mouches, les thrips ou les aleurodes. Ces pièges ne permettent pas d'attraper un nombre d'individus suffisant pour éviter les dégâts aux cultures, mais ils permettent d'identifier les ravageurs présents, de mettre en place des stratégies de lutte et de positionner correctement les traitements s'il y a lieu ;
- **Rassembler les ravageurs dans une zone bien identifiée** pour faciliter ensuite leur ramassage et leur destruction. Cela concerne les limaces et les noctuelles. Ces pièges sont des abris artificiels sous lesquels les ravageurs viendront naturellement se réfugier pendant la journée. Pour les limaces, la mise en place d'appâts alimentaires accroît l'efficacité des pièges ;
- **Détruire directement le ravageur.** Il peut s'agir de pièges mécaniques, munis ou non d'appâts, comme c'est le cas pour les pièges à rongeurs (mulot, campagnol, rat) qui tuent directement l'animal. Il peut s'agir aussi de piégeage massif utilisé notamment contre *Tuta absoluta* (▷ **voir tome 2 Fiche tomate** ◁), le but étant non plus seulement de détecter la présence du ravageur mais d'en détruire un maximum par le piégeage : piège delta (phéromones + plaques engluées) ou pièges à eau (bassine d'eau + phéromones). Quel que soit leur objectif, les pièges doivent être relevés régulièrement et déplacés si leur efficacité n'est pas suffisante. Les appâts doivent être renouvelés régulièrement. Tous ces types de pièges sont assez sélectifs, ils ne permettent de capturer et/ou de détruire que les ravageurs visés.

# SOURCES


- Arvalis-Institut du végétal. 2011. **Rapport d'activité pomme de terre : maîtriser la récolte, le stockage et la conservation.** http://arvalis-infos.fr
- Chambre régionale d'agriculture de Rhône-Alpes. **Fiche technique sur la solarisation des sols.** www.rhone-alpes.chambagri.fr/phytov3/pages/solarisation.htm
- Chambre régionale d'agriculture de Rhône-Alpes. **Fiche technique sur la désinfection vapeur des sols.** www.rhone-alpes.chambagri.fr/phytov3/pages/vapeur.htm
- Chambre régionale d'agriculture de Rhône-Alpes. **Fiche technique Lutte biotechnique : les filets agrotextiles.** www.rhone-alpes.chambagri.fr/phytov3/pages/filet.htm
- De Sangosse. 2011. **Fiche technique Armicarb.**
- EFSA. 2010. **Peer Review of the pesticide risk assessment of the active substance azadirachtine.**
- European Commission. DG Sanco. 2008. **Review report for the active substance plant oils/spear mint oil.**
- Icard C., Porteneuve C. Villeneuve F. (Ctifl). 2010. **La désinfection vapeur.** Point sur méthodes alternatives n°6. Ed. Ctifl
- Itab/Inao/DGAI. **Guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France.** www.itab.asso.fr
- Janvier C., Pierre SP., Trottin-Caudal Y. (Ctifl). 2012. **La solarisation sous-abris et en plein champ.** Point sur méthodes alternatives n°10. Ed. Ctifl

204105- Folio : q208 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black


- JOF 25 février 1989. **Arrêté du 10 février 1989 relatif aux teneurs maximales en résidus de pesticides admissibles dans et sur les céréales destinées à la consommation humaine.**
- Jonis M. 2010. **Journées européennes sur les produits de protection des plantes en AB.** Alter Agri n°101. Ed. Itab.
- Jonis M. 2011. **Formation Certiphyto.** Ed. Itab.
- Jonis M. 2011. **Rapport de mission de formation sur l'agriculture biologique à Tahiti.** Ed. Itab.
- Grab. **Produire des fruits biologiques.** Ed. Itab.
- Lambion J. Raveau J. Mazollier C. **Lutte contre les pucerons verts sous abris : tests de produits biologiques.** Ed.Grab.
- Lizot JF. Et Mazollier C. 2000. **Fiche technique Le désherbage par la solarisation ou la vapeur.** Ed Grab.
- Mazollier C. 2009. **RefBio Paca Maraîchage numéro d'avril.** Ed. Grab.
- Règlement CE n°834/07 et 889/08 **sur la production et la transformation des produits biologiques.**
- Règlement CE n°1107/2009, **sur la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les Directives 79/117 CEE et 91/414 CEE du Conseil. Règlement CE n°540/2011. Règlement CE n°178/2002.**
- Schoen L., Décoin M. 2005. **Légumes sous serre, des alliés inattendus.** Un savon potassique face aux aleurodes, des désinfectants autorisés en protection des végétaux. www.phytoma-ldv.com/article-23375. Ed.Phytoma.
- Vivagro. 2009. Fiche technique PRE-VAMTM.
- Vetab. 2007. Fiches pratiques en agriculture biologique.
- Vetabio. 2011. **Comment utiliser les voiles et filets en maraîchage biologique ?** Fiche techniques. Ed VETABIO, programme Interreg IV France-Wallonie-Flandes.
- Warlop F (Grab). **Le Spinosad : un nouveau produit insecticide utilisable en AB ?** Alter Agri n°60. Ed Itab.
- Wyss E et Daniel C. (FiBl). 2004. **Attaque en rase-motte dans les cultures maraîchères biologiques suisses.** Alter Agri n°67. Ed. Itab.


## Bases de données en ligne

**Base de données e-phy sur les produits phytopharmaceutiques :**

- https://ephy.anses.fr

**Base de données Anses sur la toxicologie des matières actives pesticides :**

- www.dive.afssa.fr/agritox/index.php

**Base de données européenne sur les pesticides (EU Pesticides Database) :**

- http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm

# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**

- Monique Jonis (Itab)

**Relecture**

- Jérôme Lambion (Grab)
- Blaise Leclerc, Marie-Laëtitia Melliand, Frédéric Rey, Patrice Marchand, Julie Carrière, Aude Coulombel, Mathieu Conseil (Itab)
- Alain Arrufat (CivamBio 66)

204105- Folio : q209 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# 2-3 PRINCIPAUX RAVAGEURS DES LÉGUMES

**En raison des conditions de production relativement intensives et artificialisées des systèmes maraîchers, notamment sous abris, les risques de prolifération de ravageurs sont importants. Les moyens de lutte directe disponibles étant très réduits (▷ voir chapitre 2-2 ◁), il est primordial de bien connaître la biologie des ravageurs, de mettre en place des mesures préventives pour éviter leur installation et d'effectuer une surveillance vigilante afin d'intervenir le plus précocement possible en cas d'attaque.**

**Les ravageurs spécifiques d'une espèce sont traités dans la fiche espèce correspondant, dans le ▷ tome 2 ◁.**

204105- Folio : q210 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# RAVAGEURS AÉRIENS (NOCTUELLES, TEIGNES, PUCERONS...)

Il s'agit ici des ravageurs qui vont s'attaquer aux parties aériennes des cultures (feuilles, fleurs, fruits, tiges). **La grande majorité fait partie de la classe des Insectes, appartenant à cinq ordres principaux : les Lépidoptères (ou papillons), les Diptères (ex. mouches), les Hémiptères (ex. pucerons), les Coléoptères et les Thysanoptères (thrips).** Les acariens (classe des Arachnides) complètent le cortège des ravageurs aériens menaçant les cultures de légumes.

## Lépidoptères (noctuelles, teignes, piérides, pyrales...)

Les Lépidoptères (du grec *lepidos* = écaille et *pteros* = aile) se caractérisent par leurs deux paires d'ailes recouvertes d'écailles de couleurs très variables selon les espèces. On distingue les papillons actifs le jour, aux ailes de couleurs vives, de ceux actifs la nuit aux couleurs ternes. La plupart des papillons ravageurs des cultures - piérides exceptées - appartiennent à ce second groupe (teigne, tordeuse, noctuelle, pyrale…). **Sur les 5 000 espèces de papillons d'Europe, environ 650 sont potentiellement nuisibles pour les cultures. Les espèces les plus redoutables pour la gravité de leurs dégâts sur légumes sont les noctuelles et les teignes.**

### Généralités sur la biologie et le cycle de vie des Lépidoptères

Malgré une grande diversité dans leur morphologie, les papillons ont des cycles de vie très semblables, excepté dans leur durée. Selon les années et les régions, plusieurs générations peuvent se succéder au cours d'une saison de culture. Le cycle se caractérise par quatre stades, de durée variable.

#### ▷ Œuf

Les œufs sont déposés par la femelle dans une zone où ils seront protégés des rayons du soleil et éventuellement des prédateurs, le plus souvent sur une plante (revers des feuilles, tiges) mais également sur des supports inertes. Selon les espèces, le nombre d'œufs pondus par femelle varie de quelques dizaines à plusieurs centaines. Ils sont déposés soit par paquets, soit isolés. Le temps d'incubation dépend des espèces et de la température, il est de l'ordre de une à trois semaines. Ils sont recouverts par une membrane indurée qui les protège de la dessiccation, mais également des bio-pesticides. En revanche, ils peuvent être parasités par des micro-hyménoptères parasitoïdes, tels les trichogrammes.

#### ▷ Larve ou chenille

**Les dégâts aux cultures sont exclusivement causés par le stade chenille.** Dès l'éclosion, la larve est mobile. Elle possède une tête bien développée portant de puissantes pièces buccales broyeuses, et des yeux réduits à cinq ocelles entourant un ocelle central. Les trois premiers segments du corps correspondent au thorax, ils portent chacun une paire de vraies pattes. Les dix suivants constituent l'abdomen, certains segments abdominaux portent de fausses pattes munies de crochets.

204105 - Folio : q211 - Type : qINT-19-04-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bagokta

Cette partie du cycle comprend quatre à cinq stades larvaires, chaque stade s'achevant par une mue. La chenille se nourrit continuellement, excepté pendant les phases de mue. Sa voracité s'accroit avec le stade larvaire, c'est donc pendant les derniers stades qu'elle cause le maximum de dégâts. Elle peut consommer toutes les parties des végétaux : feuilles, fleurs, tiges, collet, racines, fruits. Selon les espèces, la chenille peut être inféodée à une seule espèce végétale ou bien avoir plusieurs hôtes.
Sauf lorsqu'elle pénètre à l'intérieur des plantes, la chenille est très vulnérable aussi bien aux prédateurs (oiseaux, parasites), qu'aux bio-pesticides et notamment à la toxine de Bt (▷ **voir chapitre 2.2** ◁) qui est spécifique des larves de Lépidoptères (pour le séroptype *Kurstaki*).

## ▷ Chrysalide ou nymphe

A l'issue du dernier stade larvaire, la chenille cesse de s'alimenter, recherche un abri et s'entoure d'un cocon de soie ou de chitine qu'elle sécrète pour entreprendre sa nymphose. Elle peut aussi s'aménager une loge soyeuse dans le sol à quelques centimètres de profondeur. A ce stade, elle ne peut plus être détruite par les bio-pesticides, en revanche elle reste vulnérable aux prédateurs et à une exposition à la dessiccation (intérêt du travail du sol).

## ▷ Adulte ou imago*

A l'issue de la nymphose, l'adulte émerge de la chrysalide, sa durée de vie est brève et consacrée à la reproduction. Pour l'accouplement, chez les espèces nocturnes et crépusculaires, la reconnaissance des mâles et des femelles se fait par voie chimique. La femelle émet des phéromones, que le mâle détecte avec ses antennes et qui lui permettent de localiser la femelle. Pour les espèces diurnes, la reconnaissance est essentiellement visuelle (ailes colorées).
Après l'accouplement, le mâle meurt et la femelle va déposer ses œufs sur ou à proximité de la plante hôte, qui servira d'aliment aux futures chenilles. Les adultes ne sont pas vulnérables aux bio-pesticides, en revanche les espèces nocturnes sont l'aliment de prédilection des chauves-souris tandis que les espèces diurnes sont consommées par les oiseaux.
Les Lépidoptères ravageurs menacent aussi bien les cultures en plein champ que sous abris. Pour ces dernières, les conditions protégées (pas de prédateurs) et les températures plus élevées permettent un nombre de générations de ravageurs plus important qu'en plein champ et même le développement d'espèces tropicales ou *sub-tropicales* telles que *Helicoverpa armigera* (Heliothis), *Chrysodeixis chalcites* (arpenteuse de la tomate) ou *Tuta absoluta*.

### *Rappel sur le mode d'emploi du Bt*

*(▷ voir chapitre 2-2 ◁)*

- ▷ *Intervenir le plus tôt possible : dès les premiers dégâts ou si possible en suivant les avertissements agricoles régionaux réalisés d'après piégeage.*
- ▷ *Traiter régulièrement tous les 7 à 10 jours pour couvrir l'ensemble de la végétation et atteindre les différentes générations de chenilles.*
- ▷ *Renouveler le traitement en cas de pluie supérieure à 20 mm.*
- ▷ *Réaliser une pulvérisation fine et suffisamment abondante pour "enrober" le feuillage (plusieurs espèces pondent à la face inférieure des feuilles) et en visant plus particulièrement les parties supérieures de la plante où sont déposés les œufs.*
- ▷ *Conserver les produits au frais (température inférieure à 25°C) et à l'abri de la lumière ; ne pas les garder d'une année sur l'autre.*

*Source : Les Lépidoptères ravageurs en légumes biologiques. C. Mazollier (Grab). Ed Techn'Itab*

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

** Voir glossaire*

204105- Folio : q212 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Principales espèces de Lépidoptères ravageurs des légumes

### ▷ Noctuelles

La famille des noctuelles est très vaste, elle compte environ 20 000 espèces. La plupart sont des papillons nocturnes de couleur gris brun. Si certaines espèces sont inféodées à un végétal particulier, les principales espèces nuisibles aux cultures sont polyphages. On peut les regrouper en deux familles :

- ▷ les **noctuelles défoliatrices dont les chenilles s'attaquent au feuillage** (ex. noctuelle du chou) **ou aux fruits** (ex. noctuelle de la tomate) de nombreuses cultures légumières,
- ▷ les **noctuelles terricoles dont les chenilles, aussi appelées vers gris, restent sur le sol ou à faible profondeur** et consomment durant la nuit, les collets des cultures.

Les noctuelles défoliatrices et des fruits sont très polyphages. Plusieurs espèces sont responsables de dégâts sur les cultures légumières, aussi bien sous-abri qu'en plein champ. Les trois principales sont :

- ▷ la noctuelle gamma,
- ▷ la noctuelle du chou,
- ▷ la noctuelle de la tomate.

D'autres espèces moins communes comme la noctuelle potagère *(Lacanobia = Mamestra oleracea)* ou l'arpenteuse de la tomate *(Chrysodeixis chalcites)*, ou plus spécifiques, comme *Gortyna xanthenes* et *Gortyna flavago* inféodées à l'artichaut, peuvent aussi causer ponctuellement des dégâts.

204105- Folio : q213 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## Noctuelle gamma *(Autographa gamma)*

C'est le plus commun des papillons migrateurs d'Europe. **Il est largement répandu dans toute la France. C'est une espèce très polyphage, présente aussi bien sur les plantes sauvages que cultivées.**

### Description

Les papillons mesurent de trois à quatre centimètres d'envergure. Les ailes antérieures sont d'un jaune brunâtre avec au centre un dessin argenté évoquant la lettre grecque gamma. Les ailes postérieures sont d'un brun jaunâtre avec la marge nettement plus sombre. La chenille peut atteindre 3,5 centimètres dans son dernier stade. Elle est de couleur vert pâle, avec de fines lignes dorsales claires et une ligne latérale blanche un peu plus épaisse.

### Biologie

L'adulte est présent pendant presque toute l'année, avec un pic d'abondance vers la fin de l'été. Dans la zone sud la noctuelle gamma peut hiverner (notamment dans les serres) sous forme de chrysalide voire d'imago. Dans les zones plus froides, elle ne survit pas à l'hiver ; ses effectifs se reconstituent chaque année à l'occasion des flux migratoires. Les migrants arrivent vers le mois de juin. **Durant l'été, l'espèce engendre sur place deux ou trois générations successives.** L'adulte est actif de nuit comme de jour. Les œufs, de couleur blanche, sont déposés isolément à la face inférieure des feuilles. La chenille, arpenteuse[1] et très polyphage* se nourrit principalement la nuit des feuilles d'un grand nombre de plantes herbacées sauvages (ortie dioïque, pissenlit, carotte sauvage, sauge…) ou cultivées en plein champ (luzerne, chou, épinard, artichaut...) ou sous-abris (tomate, aubergine, laitue...). **Le stade chenille dure environ un mois.**

### Symptômes et conséquences pour la culture

Les dégâts peuvent être très importants lors des pullulations. Ce sont les larves des derniers stades, issues du 2ème vol (fin juillet) qui sont les plus voraces et sont responsables en fin d'été des plus gros dégâts. Elles défolient les cultures, les rendant invendables lorsqu'il s'agit de légumes-feuilles (épinards, choux, salades…) ou perturbant fortement la fructification lorsqu'il s'agit de légumes-fruits (Solanacées).

### Méthodes de lutte

**La présence des adultes peut être repérée grâce à des pièges à phéromones.** Ces piégeages sont d'autant plus importants que l'espèce est migratrice : les arrivées des adultes peuvent être soudaines et massives. Les avertissements agricoles et les observations sur les parcelles permettent de positionner au mieux les traitements au Bt ou au spinosad, sur certains types de choux et la tomate, (attention avec ce dernier aux risques sur les auxiliaires et les pollinisateurs). Les premiers stades larvaires sont plus sensibles aux traitements que les derniers. Les dégâts seront moindres si les interventions sont précoces.

**La présence de plantes sauvages hôtes** (rumex, bardane, liseron, plantain, pissenlit…) **à proximité des parcelles permet de diminuer la pression sur les cultures.** Lors des invasions, de nombreux ennemis naturels de la chenille peuvent se développer, notamment des maladies virales qui rendent la génération suivante quasi inexistante.

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

*1 - Arpenteuse : se dit de certaines chenilles de papillons de nuit, qui se déplacent non pas en rampant mais en rapprochant la partie postérieure des pattes antérieures pour former une boucle puis en allongeant tout le corps, puis en répétant ce mouvement comme si elles mesuraient le terrain à la façon d'un arpenteur*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q214 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## Noctuelle du chou *(Mamestra brassicae)*

La noctuelle du chou est une **espèce sédentaire, répandue dans toute la France. Elle s'attaque principalement aux Brassicacées** (chou, navet...), mais elle peut aussi ponctuellement s'installer sur les betteraves, les laitues ou les chicorées.

### Description

L'adulte est un papillon nocturne de quatre à cinq centimètres d'envergure. Ses ailes antérieures sont brun verdâtre avec des ondulations transversales brun noirâtre alternant avec des zones plus claires, ses ailes postérieures sont gris clair. Les œufs, hémisphériques avec une petite protubérance centrale, sont déposés par la femelle en plaques (ooplaques) de 20 à 30 œufs au revers des feuilles. Leur incubation dure une quinzaine de jours.
La chenille a six stades larvaires, elle mesure quatre à cinq centimètres au dernier stade. Son corps est glabre, de couleur verte pendant les quatre premiers stades, puis elle change de couleur en même temps que de comportement : au 5ème stade elle devient brunâtre et pénètre à l'intérieur des plantes. **Le stade larvaire dure environ deux mois,** puis la chenille s'enterre dans la couche superficielle du sol et entre en diapause[2] sous forme de chrysalide.

### Biologie

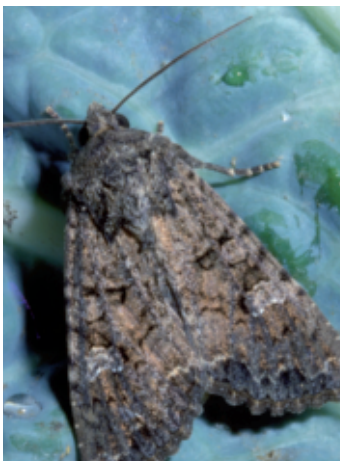
En France, cette espèce a généralement deux générations par an, avec deux périodes de diapause : une en été et une en hiver. Les adultes issus des chrysalides hivernantes apparaissent en avril, la 1ère génération de chenilles en mai-juin. Après la diapause* estivale, la sortie des adultes de 2de génération s'échelonne d'août à octobre. La 2ème génération de chenilles apparaît de septembre à décembre ; celles-ci se nymphosent dans la terre, et y passent l'hiver (diapause hivernale).

### Symptômes et conséquences pour la culture

**Les dégâts ont lieu principalement en juin (1ère génération), puis à partir d'août (2ème génération).** Les chenilles détruisent les feuilles et souillent l'intérieur des plantes de leurs excréments. Lorsqu'elles pénètrent l'intérieur des pommes de chou, dont elles dévorent le centre, non seulement les dégâts sont peu visibles de l'extérieur mais en plus les chenilles sont hors d'atteinte des bio-pesticides.

### Méthodes de lutte

**Les pièges sexuels permettent de détecter la présence des adultes,** et en suivant les informations données par les Bulletins de santé du végétal (BSV), de positionner les traitements au Bt ou au spinosad (pour certains types de choux) sur les premiers stades larvaires, les plus vulnérables et les plus accessibles. Il faut en effet agir avant que la chenille ne pénètre à l'intérieur du chou.



B.Frerot/Inra

▷ *Noctuelle du chou* (Mamestra brassicae) *sur sa plante hôte, le chou*

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

2 *Diapause : il s'agit d'un arrêt de la croissance, pendant un temps donné, au cours du cycle de vie. Chez les insectes, la diapause peut intervenir aussi bien pour la larve que pour la nymphe. La diapause permet à l'animal de passer sans dommage le(s) moment(s) de l'année où les conditions climatiques lui sont défavorables (trop froides, trop chaudes...).*

204105- Folio : q215 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata





D. Blancard/Inra

▷ *Dégâts d'un ravageur de la tomate : la noctuelle* Heliothis armigera

## Noctuelle de la tomate
(*Heliocoverpa armigera* ou *Heliothis armigera*)

C'est une noctuelle très polyphage*, **courante dans le sud de la France. Elle s'attaque aux tomates,** mais également aux autres Solanacées (poivron, aubergine), Fabacées, Cucurbitacées et à l'artichaut.

### Description

L'adulte a une envergure de quatre centimètres, ses ailes antérieures sont jaunâtres tendant à l'orange chez la femelle et au gris verdâtre chez le mâle, avec une légère bande transversale plus foncée dans le tiers distal. Les ailes postérieures sont gris clair avec une large bande marginale foncée et une petite tache brune tout près de la base.
La chenille connait six stades larvaires. Au dernier elle mesure 3 - 4 cm, elle est glabre, de couleur verdâtre à noirâtre, avec deux bandes claires latérales et des bandes plus sombres sur le dos.

### Biologie

Les premiers adultes (issus des chrysalides hivernantes) apparaissent en mai et on peut les observer jusqu'au mois d'octobre. Les femelles pondent plusieurs centaines d'œufs, isolément, sur tous les organes du végétal, fleurs et fruits compris, avec cependant une préférence pour les jeunes pousses et à proximité des fleurs. L'éclosion peut se produire très rapidement si les températures sont favorables (moins de 3 jours à 27-28°C). **Le stade chenille dure environ trois semaines.** Le cycle d'œuf à œuf dure environ un mois et demi. En zone méditerranéenne il peut donc y avoir jusqu'à quatre générations par saison. Cette noctuelle hiverne à l'état de chrysalide enfouie dans le sol, à plusieurs centimètres de profondeur.

### Symptômes et conséquences pour la culture

Les dégâts les plus graves sont provoqués par l'attaque des organes reproductifs tels que les boutons et les capitules des fleurs, les jeunes fruits, particulièrement sous abris sur tomate, poivron et aubergine. Au 1er stade larvaire, les chenilles sont arpenteuses et s'attaquent surtout aux jeunes pousses. Puis, dès le 2ème stade, les chenilles s'insinuent dans les fruits où elles creusent des galeries rendant les fruits non commercialisables aussi bien pour le frais que pour la transformation. Chez les Fabacées (haricot, pois), les fleurs sont attaquées et les gousses trouées. **Dans le sud de la France c'est principalement le 2ème vol (juin) qui entraîne la majorité des dégâts (juillet–août).**

### Méthodes de lutte

La lutte n'est possible que contre les chenilles, mais elle est rendue difficile par la fugacité du stade arpenteur, le seul durant lequel il est possible de faire un traitement à base de Bt ou au spinosad. Par la suite, **dès que la chenille a pénétré dans le fruit, il devient impossible de l'atteindre avec les produits autorisés en AB.**
La lutte biologique peut être utilisée pour lutter contre cette noctuelle (▷ **voir chapitre 2-5** ◁), notamment avec les micro-Hyménoptères du genre trichogramme *(T. evanescens).* Les adultes de ces insectes parasitoïdes pondent dans les œufs du papillon, et leurs larves se développent aux dépens de la

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

* *Voir glossaire*

204105- Folio : q216 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

chenille de la noctuelle. Par ailleurs, une introduction précoce de *Macrolophus pygameus (= caliginosus)* peut s'avérer judicieuse car il est polyphage et consomme aussi des œufs de noctuelle.
La mise en place de pièges sexuels (à phéromones) permet de repérer les vols. Il convient d'être particulièrement vigilant à l'apparition des premiers dégâts et de suivre les informations données par les BSV afin de pouvoir agir au moment opportun. Les trichogrammes doivent être lâchés au moment des vols des adultes de noctuelle, les traitements au Bt doivent se faire sur le premier stade larvaire (arpenteur), soit quelques jours après le pic du vol des adultes (suivre les avertissements agricoles).

## ▷ Teignes

Les teignes sont des papillons de très petite taille, voisins des mites. Les adultes sont nocturnes ou crépusculaires. Ils se caractérisent par de longues ailes antérieures qui recouvrent complètement l'abdomen et au repos se positionnent en forme de toit. Les antennes sont longues (3/4 de la longueur des ailes). La tête est couverte de poils. Les adultes ont des couleurs ternes : gris, brun.

### Teigne du poireau *(Acrolepiopsis assectella)*

#### Description

Les adultes ont une envergure de 1,5 à 2 centimètres, et sont de couleur grisâtre. La chenille au dernier stade larvaire mesure environ un centimètre, sa tête, ses pattes et son thorax sont jaunes, l'abdomen est vert-jaune clair. La chrysalide est un cocon blanc, fusiforme fixé sur la tige ou la feuille de la plante hôte.

#### Biologie

Les adultes passent l'hiver dans les débris végétaux, et émergent en mars-avril. Les populations de ce premier vol sont d'autant plus réduites que l'hiver a été rigoureux.
La femelle dépose ses œufs (une centaine) isolément aux pieds des plantes hôtes, sur leurs feuilles ou leurs inflorescences. Après une incubation d'une dizaine de jours (moins si les températures sont favorables), la chenille pénètre dans les feuilles et creuse des mines. Après trois à cinq jours, elle quitte sa mine et s'enfonce au cœur de la plante pour consommer les jeunes feuilles. Après une vingtaine de jours, la larve ressort de la plante pour se nymphoser. **Le stade chenille dure environ deux semaines.** Les adultes de 2ème génération apparaissent dans le courant du mois de juillet, et pondent pendant juillet et août. Ce sont les chenilles issues de ce 2ème vol qui causent le plus de dégâts aux cultures. La 3ème génération apparaît en octobre. Les adultes de la 3ème génération entrent en diapause pour passer l'hiver (courant octobre), ils seront responsables des pontes du printemps suivant. Il y a deux ou trois (selon les conditions climatiques) générations dans le Nord de la France et souvent davantage dans le Sud.



C.Mazollier/Grab

▷ *Larve et galerie de la teigne du poireau* (Acrolepiopsis assectella)

204105- Folio : q217 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



C.Mazollier/Grab

▹ *Dégâts de la teigne du poireau*

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

### Symptômes et conséquences pour la culture

**La teigne s'attaque essentiellement aux poireaux et aux oignons, mais elle menace potentiellement toutes les espèces d'Alliacées** (ail, ciboulette…), ainsi sur des exploitations diversifiées, les populations de teigne se maintiennent sur les diverses Alliacées en attendant le poireau, son hôte de prédilection, en juillet-août.

- ▹ Sur poireau, l'installation des larves de teigne ralentit la croissance de la plante, les feuilles jaunissent et celles du centre présentent des perforations ou des amincissements longitudinaux. Ces dégâts sur feuilles leur donnent un aspect lacéré et les rendent impropres à la commercialisation. De plus, les lésions causées au cœur de la plante favorisent l'installation des pourritures et le dépérissement de la plante ;
- ▹ Sur oignon, les larves s'abritent dans le cône foliaire, provoquant un dessèchement partiel et un vieillissement précoce de l'oignon. Elles peuvent aussi descendre jusqu'au bulbe et y creuser des galeries, les rendant alors invendables ;
- ▹ Sur poireau et oignon porte-graines : les larves, concentrées à la base de l'inflorescence, provoquent la chute massive des pédoncules floraux. La perte peut atteindre la quasi-totalité de la récolte.

### Méthodes de lutte

La lutte est rendue difficile par les caractéristiques de la larve, qui une fois enfouie au cœur du végétal devient hors d'atteinte des bio-pesticides. **Il convient donc en premier lieu d'éviter les pontes du premier vol puis du second, en protégeant les cultures sensibles avec des filets anti-insectes (▹ voir chapitre 2-2 ◃).** Les vols peuvent être détectés grâce à des pièges à phéromones. Les avertissements des BSV et une observation attentive des premiers dégâts peuvent permettre de positionner (deux à cinq jours après les éclosions) les traitements au Bt (▹ **voir encadré "Rappel sur le mode d'emploi du Bt" en début de chapitre 2.3** ◃). **La destruction des résidus de cultures et des poireaux non récoltés peut permettre aussi de réduire les populations hivernantes.**

## Teigne des Crucifères *(Plutella xylostella)*

### Description

Les papillons mesurent environ 1,5 cm d'envergure et sont de couleur brun-jaune. Les ailes antérieures sont très allongées, étroites, arrondies à l'extrémité, jaune-brun ponctué de foncé, bordées d'une bande claire, blanchâtre et ondulée. Les ailes postérieures sont beaucoup plus courtes, pointues, gris foncé et longuement frangées. Les œufs sont très petits, ovales et aplatis à la base, de couleur jaune clair. La chenille a la tête et le thorax brun-noir, l'abdomen est vert clair. Elle est très agile et se laisse tomber à terre au moindre contact. Elle mesure environ 1,5 cm.

### Biologie

**La teigne des Crucifères est inféodée à cette famille botanique (les Brassicacées),** aussi bien aux espèces cultivées (chou, navet, colza) que sauvages (moutarde…). Elle passe l'hiver sous forme de chrysalide. Au printemps (avril

204105- Folio : q218 - Type : qINT-20140505 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

- mai), la 1ère génération d'adultes émerge. Pendant les deux semaines de sa vie, la femelle pond environ 160 œufs, isolés ou par petit paquets, au revers des feuilles, le long des grosses nervures. La durée d'incubation est de quatre à six jours. A l'éclosion, la jeune larve est mineuse pendant 3 à 5 jours, puis à l'issue de sa première mue elle devient arpenteuse. Elle se nourrit principalement de la face inférieure des feuilles, en respectant les nervures. **Le stade larvaire dure une vingtaine de jours.** La larve au dernier stade se tisse un cocon, accroché à la face inférieure d'une feuille, le long d'une nervure. La nymphose dure environ une semaine. Le 2ème vol a lieu en juin, **ce sont les chenilles de cette 2ème génération et des suivantes qui causent les dégâts de juillet à septembre.** Selon les régions et les années, il y a de trois à six générations par an.

### Symptômes et conséquences pour la culture

Les attaques sont fréquentes sur choux (pommé, brocoli, chou-fleur) et les dégâts sont importants, notamment en pépinière sur les jeunes plants qui peuvent être totalement détruits. En culture, sur les plantes plus âgées, les chenilles s'attaquent d'abord aux feuilles extérieures puis progressent vers l'intérieur de la plante, qu'elles souillent de leurs excréments. Sur brocoli, la présence des cocons dans les pommes entraîne des pertes importantes à la récolte. C'est en août, pendant les périodes sèches, que les larves de teignes des Crucifères sont les plus nombreuses et les risques maximum.

### Méthodes de lutte

Un traitement au spinosad peut être effectué, notamment en pépinière sur les jeunes plants. Sur culture plus âgée, il faut agir au premier stade lorsque la chenille est mineuse. En raison du nombre important de générations par an, **la teigne est prompte à développer des résistances, il convient donc d'utiliser le spinosad avec parcimonie** et uniquement en cas de menace grave pour les cultures.
**Quant au Bt, des résistances ont déjà été observées,** et des essais pour mettre en place une lutte biologique à l'aide de trichogrammes sont en cours. (▷ **voir chapitre 2.5** ◁).

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

204105 - Folio : q219 - Type : qINT-19-04-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



## ▷ Piérides

**Contrairement à la plupart des papillons ravageurs, les piérides sont diurnes, de grande taille et aisément repérables en raison de leurs couleurs claires et de leur vol « papillonnant ».** Deux espèces, inféodées aux Brassicacées, peuvent causer des dégâts aux cultures : la piéride du chou et celle de la rave.



AH.Cain/Inra

▷ *Chenille de piéride du chou* (Pieris brassicae)

### Piéride du chou *(Pieris brassicae)*

#### Description

Appelée aussi « papillon blanc du chou », la piéride est très largement répandue en Europe, dans tous les milieux, y compris jusqu'à 2 000 m d'altitude. Ce papillon a une envergure de six centimètres environ. Ses ailes antérieures sont fumées à l'apex, les ailes postérieures ont une petite tache noire sur le bord antérieur, les femelles ont en outre deux taches noires arrondies sur l'aile antérieure. Les œufs sont allongés, finement striés, de couleur jaune d'or au moment de la ponte, plus orangée ensuite. La chenille peut atteindre cinq centimètres au dernier stade larvaire. Sa tête est noire, le corps est vert jaunâtre avec trois lignes longitudinales jaunes, de nombreuses soies et des petites taches noires sur tout le corps.

#### Biologie

L'espèce passe l'hiver sous forme de chrysalide, mais les adultes peuvent également effectuer de longues migrations. Les populations migrantes se rajoutent ainsi aux hivernantes. Les adultes du premier vol apparaissent en mai. Ils ont besoin que le soleil brille et que les températures soient suffisamment élevées pour pouvoir voler, sinon ils se tiennent sur la face inférieure des feuilles, ailes accolées. Les œufs sont déposés au revers des feuilles de la plante hôte, par paquets de 10 à 60. La durée d'incubation est de cinq à dix jours.
A l'éclosion, les chenilles restent groupées et rongent la face inférieure des feuilles (effet vitrail) puis à partir de la 2ème mue, elles se dispersent et consomment les feuilles en ne laissant que les nervures. **Le stade larvaire dure un mois.** La nymphose a lieu loin de la plante hôte. Elle dure de 10 à 15 jours. Le 2ème vol a lieu en juillet et août, **ce sont les chenilles de cette 2ème génération qui causent le plus de dégâts, de mi-juillet à fin août.** Il y a généralement deux générations par an, parfois trois dans les régions méridionales.

#### Symptômes et conséquences pour la culture

Les hôtes de prédilection de la piéride du chou sont les choux pommés, les choux fleurs, les navets, plus rarement les choux rouges et les radis. Contrairement aux noctuelles, les chenilles de la piéride ne pénètrent pas à l'intérieur de la pomme du chou, elles ne consomment que les feuilles extérieures. Néanmoins, en cas de fortes populations les dégâts peuvent être importants, de plus leurs excréments dilués par la pluie s'accumulent au creux des feuilles et rendent le chou invendable.

#### Méthodes de lutte

**Les chenilles restant positionnées sur les feuilles, des traitements avec du Bt sur les premiers stades larvaires permettent de contrôler les popu-**

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

204105 - Folio : q220 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**lations.** On veillera à ce que le traitement atteigne bien la face inférieure des feuilles. Les informations des BSV et l'observation des pontes et des premiers dégâts permettent de positionner correctement le traitement.
**Les chenilles des piérides sont fréquemment parasitées naturellement par plusieurs espèces d'insectes :** des micro-Hyménoptères comme *Apanteles glomeratus* (microgaster), des Hyménoptères comme les ichneumons ou des Diptères comme les tachinaires, au point que la mortalité peut être très importante. Cependant, si ce parasitisme réduit considérablement le nombre de chenilles atteignant le stade de la chrysalide, il n'est pas toujours suffisant pour éviter les dégâts causés aux cultures, puisque, par exemple avec *Apanteles*, les chenilles ne sont détruites qu'à la fin de leur dernier stade larvaire.



▷ *Piéride du chou* (Pieris Brassicae)

## Piéride de la rave *(Pieris rapae)*

La piéride de la rave a une biologie et un cycle de vie très semblables à ceux de la piéride du chou. Les adultes sont de plus petite taille. Comme pour *Pieris brassicae,* ce sont les chenilles issues du 2ème vol qui causent le plus de dégâts (notamment sur les choux) de mi-juin à mi-août. Il n'y a que deux générations par an.
Les méthodes de lutte sont identiques à celles préconisées pour la piéride du chou.

204105 - Folio : q221 - Type : qINT-19-14-05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



## ▷ Tordeuses

**La famille des tordeuses compte plusieurs milliers d'espèces dont beaucoup sont des ravageurs des espèces cultivées** (tordeuse orientale du pêcher, carpocapse de la pomme, de la châtaigne…) et sauvages (tordeuse du chêne…). **Leur nom vient de l'habitude des chenilles d'enrouler les feuilles dont elles se nourrissent avec des fils de soie.** Ce sont des espèces de très petite taille, au corps et aux ailes recouverts d'écailles. Les ailes antérieures sont rectangulaires ou trapézoïdales souvent colorées de bandes ou de taches diffuses, les ailes postérieures sont gris-ardoisé, semi-circulaires et frangées. La tordeuses du pois (qui attaque aussi les lentilles) est l'un des principaux ravageurs de cette culture. Sur artichaut, les larves de *Cnephasia chrysantheana* minent les feuilles et pénètrent dans les capitules. Des dégâts de la tordeuse *Clepsis spectrana* sont parfois observés sur chou, fenouil, carotte et oignon…



S.Carre/Inra

▷ *Tordeuse du pois* (Cydia nigricana)

### Tordeuse du pois *(Cydia = Laspeyresia nigricana)*

#### Description

L'adulte est un petit papillon brun d'environ 15 mm d'envergure. La chenille, de couleur blanc jaunâtre, mesure de 13 à 18 mm à complet développement. Sa tête est brun clair.

#### Biologie

**Le pois est la plante hôte de prédilection de cette tordeuse mais elle peut également s'installer sur les lentilles ou d'autres Fabacées comme les vesces ou les gesses.** Le papillon est diurne et a besoin d'une température d'au moins 17°C pour être actif. Les adultes apparaissent de mai à juillet au moment de la floraison des pois. En effet il faut que l'éclosion des œufs coïncide avec la présence des gousses dont se nourrissent les chenilles. La femelle pond ses œufs sur les feuilles ou sur les très jeunes gousses. L'incubation dure de une à trois semaines selon les conditions de température. Le pois est vulnérable à partir du stade « jeune gousse plate » (4 à 5 centimètres). Après l'éclosion, la chenille passe par un très court stade baladeur (un jour), puis pénètre dans une jeune gousse dont elle va consommer les grains. **Le développement larvaire dure 18 à 30 jours,** puis la larve quitte la gousse, et migre dans le sol où elle tisse un cocon protégé par des particules de terre agglomérées, elle entre en diapause pour hiverner. La nymphose se fait au printemps. Il n'y a qu'un cycle par an.

#### Symptômes et conséquences pour la culture

Les dégâts peuvent être importants en cas de forte présence. Dans une gousse, la chenille attaque tous les grains et les souille d'excréments, ce qui rend les pois non commercialisables aussi bien pour le frais que pour la conserve.

#### Méthodes de lutte

**Il n'existe pas de méthode de lutte** efficace en raison de la biologie de la chenille (protégée par la gousse du pois).

204105- Folio : q222 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## ▷ Pyrales

Les pyrales sont une vaste famille de petits papillons nocturnes et crépusculaires, assez voisins des teignes. Cette famille compte un certain nombre d'espèces de ravageurs, plus ou moins spécifiques. **La plus connue et la plus dangereuse est la pyrale du maïs, qui n'est, malgré son nom, pas inféodée à cette culture.**

### Pyrale du maïs *(Ostrinia nubilalis)*

#### Description

Les adultes mesurent deux à trois centimètres d'envergure. Les ailes antérieures sont larges et fines, de couleur jaune pâle avec de fines stries brunes, dentelées et transversales chez la femelle, plus foncées chez le mâle : ocre à brun foncé. La chenille de couleur gris jaunâtre mesure au maximum deux centimètres à son dernier stade larvaire.

#### Biologie

La pyrale est très résistante au froid et passe l'hiver en diapause sous forme larvaire, dans les résidus de récolte. La nymphose, qui dure un mois environ, a lieu en mai - juin, la sortie des adultes s'échelonne donc de juin à fin juillet. La femelle dépose ses œufs par groupes d'une vingtaine au revers des feuilles. L'incubation dure une dizaine de jours, elle est favorisée par une hygrométrie élevée. A l'éclosion, les larves se dispersent pour trouver leur plante hôte, c'est à ce moment qu'elles sont le plus vulnérables.
Il y a une seule génération dans le Nord de la France et deux dans le Midi méditerranéen. Partout ailleurs, un nombre variable d'individus de la 1ère génération est susceptible de donner naissance à une 2ème génération suivant les conditions climatiques du printemps et de l'été. En zone méditerranéenne, le maximum des vols de la 1ère puis de la 2ème génération, se situent à la mi-juin puis à la mi-août. **La période à risque s'étale donc de juin jusque tard dans la saison (novembre).**

#### Symptômes et conséquences pour la culture

**Les dégâts causés par la pyrale du maïs concernent essentiellement les poivrons sous serre ou en plein champ dans le Sud de la France.** Toutes les variétés de poivron, fortes ou douces, sont attaquées. La chenille pénètre dans le poivron au-dessous du réceptacle (qui prolonge le pédoncule) et dévore une bonne partie de l'intérieur du fruit. Comme les feuilles sont très peu attaquées et qu'il n'y a souvent pas de symptômes externes sur le fruit, une infestation peut passer inaperçue jusqu'à la récolte. Les poivrons ainsi endommagés sont impropres à la vente, en effet les galeries creusées par la pyrale favorisent l'installation des pourritures. Les poivrons sont vulnérables à partir du moment où ils atteignent la taille d'une noix et jusqu'à la récolte. Sur les jeunes plants, les lésions causées par les chenilles sur les tiges affaiblissent les plants pour le reste de la saison. **Sur tomates et pommes de terre, les chenilles peuvent miner les tiges,** causant le flétrissement rapide puis la mort de la plante. **Chez les haricots mange-tout, la chenille creuse des galeries dans les tiges et les gousses.**

#### Méthodes de lutte

**La protection biologique contre la pyrale du maïs est possible grâce à des lâchers de Trichogrammes** *(Trichogramma brassicae).* Ces micro-Hyménoptères parasitent les œufs de pyrale et empêchent ainsi l'émergence des chenilles. Ils doivent être lâchés lors de la détection de vol de pyrale (▷ **voir chapitre 2.5** ◁). Un bio-insecticide à base de spores du champignon *Beauveria bassiana* présente une efficacité satisfaisante sur la pyrale, mais il est seulement homologué sur maïs. Il y a des spécialités commerciales à base de Bt *(var. kurstaki)* homologuées contre la pyrale du maïs sur haricot.

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

204105- Folio : q223 - Type : qINT-204105 13:43:31
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



C.Mazollier/Grab

▷ *Piège Delta*

## *Utilisation des pièges à phéromones et avertissements agricoles contre les Lépidoptères ravageurs*

*Le principe des pièges à phéromones est le suivant : les mâles des papillons nocturnes reconnaissent leurs femelles grâce à l'émission par celles-ci d'une substance d'appel, appelée phéromone, qui se diffuse dans l'air sur plusieurs centaines de mètres de distance. Les mâles détectent les phéromones grâce à leurs antennes. Les phéromones sont spécifiques de chaque espèce d'où l'idée de recréer artificiellement certaines d'entre elles pour fabriquer des pièges englués qui vont attirer les mâles* (▷ ***voir tableau 1*** ◁).

*La mise en place de ces pièges dans les parcelles permet donc d'avoir une indication sur la présence ou non des adultes, et donc d'accroître la vigilance pour une intervention précoce et au stade où le ravageur est le plus vulnérable. Le piégeage doit impérativement être complété par des observations précises des cultures afin de repérer les premiers dégâts : feuilles rongées, jeunes fruits perforés, plantes sectionnées, présence d'excréments sur les plants... En cultures sous abris, les pièges doivent être installés à l'extérieur pour assurer une diffusion convenable des phéromones.*

*En revanche cette technique ne permet pas de prévoir l'ampleur potentielle des dégâts car il n'existe pas de corrélation entre le nombre d'adultes piégés et l'intensité des dégâts. En effet, si le nombre d'adultes piégés dépend bien sûr de la population, il dépend aussi d'autres facteurs comme les conditions météorologiques (sens et force du vent, hygrométrie) ou le positionnement du piège. Pour compléter l'information localisée donnée par les pièges par une estimation de l'ampleur des vols à l'échelle régionale, il faut consulter les Bulletins de santé du végétal (BSV). Dans le cadre de la surveillance biologique du territoire, ces BSV sont disponibles gratuitement auprès des DRAAF, ils alertent sur la présence des ravageurs, mais ne donnent pas de préconisations. Ils sont téléchargeables sur les sites Internet des DRAAF (par exemple www.draaf.pays-de-la-loire.agriculture.gouv.fr). Ces bulletins se basent sur un réseau d'observation et sur les piégeages.*

*Ensuite selon les régions, les Services régionaux de l'alimentation (SRAL, anciennement appelés Services régionaux de la protection des végétaux : SRPV) et/ou les organismes de développement peuvent proposer aux agriculteurs (sur abonnement le plus souvent) des avertissements sur les risques des principaux ravageurs (et maladies) assortis de préconisations en matière de lutte.*

**Tableau 1 – Principaux pièges à phéromones disponibles pour la surveillance des vols de Lépidoptères ravageurs**

| Famille | Nom commun | Nom scientifique |
|---|---|---|
| ▷ **Noctuelles défoliatrices** | ▷ Noctuelle arpenteuse de la tomate<br>▷ Noctuelle gamma<br>▷ Noctuelle potagère<br>▷ Noctuelle du chou | ▷ *Chrysodeixis chalcites*<br>▷ *Autographa gamma*<br>▷ *Lacanobia (= Mamestra) oleracea*<br>▷ *Mamestra brassicae* |
| ▷ **Noctuelles des fruits** | ▷ Noctuelle de la tomate | ▷ *Heliothis (= Helicoverpa) armigera* |
| ▷ **Noctuelles terricoles** | ▷ Noctuelle ipsilon<br>▷ Noctuelle des moissons | ▷ *Agrotis ipsilon*<br>▷ *Agrotis segetum* |
| ▷ **Teignes** | ▷ Teigne du poireau<br>▷ Teigne des Crucifères | ▷ *Acrolepiopsis assectella*<br>▷ *Plutella xylostella* |
| ▷ **Tordeuses** | ▷ Tordeuse du pois | ▷ *Laspeyresia (= Cydia) nigricana* |
| ▷ **Mineuse** | ▷ Mineuse de la tomate | ▷ *Tuta absoluta** |
| ▷ **Pyrales** | ▷ Pyrale du maïs | ▷ *Ostrinia nubilalis* |

* *Tuta absoluta* est traitée dans la fiche tomate du tome 2

204105- Folio : q224 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

# **Diptères** (mouche des semis, mouche du chou...)

Les Diptères (du grec « *di* » = deux et « *pteros* » = aile) sont un très vaste ordre d'Insectes (15% à 20% des espèces animales vivant sur terre, plus de 8 000 espèces en France). Parmi les familles de Diptères les plus connues, on trouve les mouches, les moustiques, les taons, les syrphes, les tipules. Ils se caractérisent par de gros yeux à facettes et une unique paire d'ailes membraneuses (comme leur nom l'indique). La seconde paire d'ailes est atrophiée et remplacée par des balanciers qui confèrent aux Diptères des qualités exceptionnelles de voiliers. Ils sont pour la plupart diurnes.

Les Diptères occupent une très grande diversité de niches écologiques. Certaines espèces sont ubiquistes[3] et polyphages*, d'autres sont au contraire extrêmement spécialisées. Beaucoup d'espèces sont des agents pollinisateurs (bombyles, syrphes) et/ou participent à la transformation des matières organiques (Diptères nécrophages[4], coprophages[5]). Certaines espèces hématophages[6] sont de redoutables vecteurs de maladies (moustiques, glossines), d'autres sont des ravageurs des cultures (mouches des fruits et des légumes) ou au contraire de précieux auxiliaires (syrphes, tachinaires) pour la protection des cultures.

## Généralités sur la biologie et le cycle de vie des Diptères

Les Diptères, comme les Lépidoptères, sont holométaboles[7] et leur cycle compte quatre états différents : l'œuf, la larve ou asticot, la nymphe ou pupe et l'adulte. Il n'est ici question que des mouches :

- L'œuf est pondu sur ou à proximité de la source de nourriture de la future larve, il peut s'agir de matières mortes (espèces saprophytes) ou vivantes (espèces parasites), animales ou végétales. L'évolution embryonnaire est le plus souvent brève ;
- La larve ou asticot est un ver apode* (sans pattes). Bien que mobile, ses capacités de déplacement sont réduites. Dans le cycle de vie, seules les larves/asticots causent des dommages aux cultures directement en consommant les végétaux mais aussi en favorisant l'installation de pourritures (bactéries, champignons) ;
- La nymphe ou pupe. A l'issue du développement larvaire (plusieurs mues) l'asticot s'entoure d'une enveloppe protectrice chitineuse afin d'effectuer sa nymphose ;
- Les adultes sont de petite taille et difficiles à repérer sans piégeage et à identifier, ils n'utilisent pas de phéromones mais sont sensibles aux couleurs.

Des diapauses peuvent se produire au cours du cycle notamment pour permettre à la mouche de passer l'hiver et/ou l'été (estivation).

## Principaux Diptères ravageurs des cultures légumières

Leurs larves vivent dans le sol ou les feuilles (larve mineuse) et se nourrissent selon les espèces de mouche aux dépens des feuilles, des germes et/ou des racines des cultures légumières. Certaines sont inféodées à une famille botanique, d'autres sont polyphages, mais toutes peuvent causer d'importants dégâts.

** Voir glossaire*

*3 - Ubiquiste : en biologie, et plus particulièrement en écologie, l'ubiquité (on trouve plus souvent le qualificatif ubiquiste) est la capacité d'un être vivant (plante, animal, bactérie...) à se développer dans des habitats divers et variés*

*4 - Les organismes nécrophages trouvent leurs proies déjà mortes, ou encore mourantes : ils se nourrissent de cadavres*

*5 - La coprophagie (ou scatophagie), consiste à consommer des matières fécales. Ce sont, pour la plupart des insectes, Coléoptères ou Diptères. Généralement ces insectes sont spécifiques des excréments d'un animal.*

*6 - Hématophage : se dit d'un animal qui se nourrit de sang*

*7 - Holométabole : se dit des insectes dont le passage de l'état larvaire à adulte se fait par l'intermédiaire d'un état nymphal. Les larves et les adultes de ces insectes ont, en général, une morphologie et des modes de vie très différents (ex : chenille/papillon ou asticot/mouche). A contrario, pour les insectes hétérométaboles il n'y a pas de stade nymphal, les stades larvaires sont semblables aux adultes ils sont seulement plus petits, dépourvus d'ailes et de capacités de reproduction (ex : criquets, punaises...).*

204105 - Folio : q225 - Type : qINT-19-14-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



S.Carre/Inra

▷ *Mouche des semis* (Delia platura)

## Mouche des semis *(Delia platura)*

### Description

C'est une mouche de couleur grise et de petite taille (4 à 6 mm) pour la famille *Anthomyidae*. Elle passe totalement inaperçue. Sa larve est blanche et mesure environ 8 mm.

### Biologie

La mouche des semis passe l'hiver dans le sol sous forme de nymphe et émerge dès la fin de l'hiver dans les zones méridionales ou au printemps plus au nord. Après l'accouplement, la femelle recherche un sol meuble, humide, fraichement travaillé et riche en matières organiques pour pondre. Après quelques jours d'incubation, la larve éclot et se nourrit des matières organiques en décomposition présentes dans le sol. Elle est cependant attirée par les graines en germination, les plantules et les jeunes plants[8]. **Elle ne peut consommer que les végétaux tendres** et ne peut s'attaquer aux plantes plus âgées et plus coriaces. **Elle est très polyphage, et tous les semis et plantations de légumes sont potentiellement menacés,** même si le haricot, mais aussi le melon, le concombre, l'épinard, le radis, le navet, l'asperge le sont plus particulièrement. **Le développement larvaire dure environ trois semaines,** au bout desquelles les larves se nymphosent dans le sol en adultes si les conditions sont favorables, ou en pupes si l'hiver approche.
Selon les régions et les conditions climatiques, **trois à six générations peuvent se succéder dans l'année.** La durée du cycle dépend fortement de la température : 85 jours à 10°C, 24 à 25 jours à 20°C et seulement 16 à 17 jours à 25°C.

### Symptômes et conséquences pour la culture

En consommant, avant leur sortie de terre, les germes, les cotylédons et les plantules, les larves détruisent partiellement ou totalement les semis et les jeunes plantations. **L'intensité des dégâts dépend de l'importance de la population larvaire et donc de l'attractivité du sol pour les adultes (sol fraîchement travaillé, richesse en matières organiques récemment enfouies).** Les plants attaqués sont affaiblis et les blessures sont propices à l'installation de pourritures (bactéries saprophytes*) qui achèvent le travail de destruction commencé par les larves. Sur l'asperge, les turions attaqués se déforment, voire éclatent et ont un goût amer.

### Méthodes de lutte

En raison du mode de vie souterrain des larves, **la lutte directe par bio-pesticides est impossible, il faut donc recourir à des méthodes préventives.** Contre les adultes, l'usage d'un bio-pesticide est très aléatoire en raison de l'impossibilité de prévoir les vols et de la présence permanente des adultes dès que les températures sont favorables.
Il faut éviter de préparer et surtout d'arroser le sol à l'avance et d'y incorporer des matières organiques fraîches ou des résidus de culture. Le compost bien mûr est à préférer.
Il faut si possible effectuer la préparation du sol et les semis dans la même journée et protéger immédiatement la zone par des voiles type P17 ou P10 ou des filets insect-proof soigneusement maintenus par de la terre sur tout le pourtour (▷ **voir chapitre 2-2** ◁). En pépinière, il faut également protéger immédiatement les semis avec un voile.
Par ailleurs, comme la larve ne s'attaque qu'aux végétaux tendres, tout ce

* Voir glossaire

8 - D'après la base de données Hyppz de l'Inra

204105- Folio : q226 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

qui ralentit la vitesse de la germination et la vigueur de la pousse aggrave les risques, en particulier, les températures basses et la profondeur excessive des semis. Il faut donc, autant que possible, effectuer les semis en périodes favorables (temps chaud et sec), et éventuellement favoriser une levée rapide par un trempage des graines préalable.
Lors des plantations, il est donc recommandé d'installer des plants vigoureux même si les dégâts sur les plantations sont faibles comparativement aux dégâts sur les semis.

**ATTENTION**

**De façon générale, il faut favoriser l'installation des auxiliaires qui se nourrissent d'œufs de mouches, comme ceux du genre *Carabidae*. Autrement dit, il faut raisonner les techniques de travail du sol en évitant notamment les outils rotatifs.**

## Mouche du chou *(Delia radicum)*

### Description

Comme sa cousine la mouche des semis, l'adulte de la mouche du chou est grisâtre et mesure 6 à 8 mm de long. La larve est blanche avec l'extrémité postérieure ornée de petites pointes noires.

### Biologie

**La mouche du chou est inféodée aux Brassicacées sauvages et cultivées,** on la trouve donc sur toutes les sortes de choux, mais également sur le radis, le navet et le colza. Les adultes sortent de terre entre fin mars et début avril selon les régions. Très rapidement, les femelles vont déposer leurs œufs par paquets dans le sol à proximité des collets des cultures de Brassicacées, et plus rarement à l'aisselle des feuilles inférieures. A l'éclosion, les larves s'enfoncent dans le sol, et se nourrissent aux dépens des racines des Brassicacées, dans lesquelles elles creusent des galeries. Elles s'attaquent plus rarement aux parties aériennes. **Les dégâts peuvent se produire d'avril à octobre.** Les températures optimales de développement et d'activité des larves se situent entre 15°C et 21°C, **au-delà de 22°C, la larve entre en repos. Cette espèce sévit donc particulièrement dans les régions avec des printemps et automnes doux et des étés frais.**
**Le stade larvaire dure environ trois semaines,** puis la larve se nymphose. Si la température est inférieure à 20°C, la nymphe évolue vers l'adulte au bout d'une vingtaine de jours, sinon elle entre en diapause estivale ou estivation jusqu'à ce que les températures redescendent. A l'automne, elle entre en diapause pour passer l'hiver. Selon les régions et les années, il y a donc entre deux et quatre générations par an (par exemple dans l'ouest de la France il y a deux à trois générations par an).

### Symptômes et conséquences pour la culture

Les symptômes s'observent en pépinière mais aussi à tous les stades de végétation. Les plantes attaquées présentent les symptômes d'un dépérissement racinaire : aspect fané lors des journées chaudes ; feuilles pouvant virer au rouge violacé, jaunissant et se desséchant parfois.
Sur les légumes-racines (navet, chou-rave, rutabaga, radis noir), les larves pénètrent dans les parties charnues de la racine et creusent des galeries qui rendent le produit invendable. Sur les légumes-feuilles, la partie racinaire est plus ou moins détruite selon l'ampleur de l'attaque et le stade à laquelle elle intervient. La plante peut soit émettre de nouvelles racines et produire normalement, soit être détruite.

204105 - Folio : q227 - Type : qINT-19-14-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



B.Chaubert/Inra

▷ *Mouche du chou* (Delia radicum)

**En pépinière et sur les jeunes plantations, la destruction peut être complète.** Les plantes plus âgées voient leur croissance et leur vigueur fortement ralenties. La présence des larves s'accompagne souvent de pourritures qui attirent d'autres Diptères se nourrissant des matières organiques en décomposition. Depuis quelques années, des observations d'attaques sur les parties aériennes sont signalées (pomme de brocoli, de chou pommé, de chou-fleur...), rendant les productions invendables.

### Méthodes de lutte

**Pour la production de plants, il faut privilégier les pépinières sous abris (la mouche du chou ne pénètre pas dans les serres) ou bien protéger les semis avec des filets anti-insectes.** A la plantation, il est possible de traiter les mini-mottes au spinosad et/ou de protéger les plantations avec des filets ou des voiles P17 (▷ **voir chapitre 2-2** ◁).

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

## Mouche de la carotte *(Psila rosae)*

### Description

Les adultes mesurent de 4 à 5 mm de long. Le thorax et l'abdomen sont noir brillant. Chez la femelle l'abdomen est pointu. Les principaux critères de différenciation par rapport aux autres mouches sont les pattes jaunes, les yeux rouges et la tête brun rougeâtre avec des ailes hyalines[9], à nervures jaunâtres, plus longues que le corps.

### Biologie

**La mouche de la carotte est inféodée aux Apiacées cultivées et sauvages, et plus particulièrement à la carotte, au panais et au céleri.** Le persil peut aussi être attaqué mais dans une moindre mesure.
Les adultes émergent de façon très échelonnée à partir du mois de mars (premier vol) lorsque la température du sol est supérieure à 12°C, et jusqu'à juin. Seules les femelles vont dans les parcelles, de préférence en fin de journée (une à cinq heures avant le coucher du soleil). La femelle est attirée par la couleur du feuillage de la carotte ; elle identifie aussi la plante par les substances volatiles émises par les feuilles grâce aux poils sensoriels situés sur ses pattes et à l'extrémité de son abdomen. Après avoir reconnu la plante hôte, elle pond dans le sol à proximité. Les œufs sont extrêmement sensibles aux températures supérieures à 25°C qui provoquent une forte mortalité. Après l'éclosion, les larves s'attaquent d'abord aux radicelles, puis elles pénètrent dans les racines et y creusent des galeries. **Au bout d'un mois, l'asticot quitte la racine et se nymphose.** Si les conditions climatiques sont favorables il y a un deuxième vol (adultes de la première génération) en juillet-août et un troisième et dernier vol de fin août à début novembre. La température optimale de développement se situe entre 18 et 22°C. Les vols sont nuls pour des températures inférieures à 7°C ou supérieures à 25°C et très réduits par temps sec ou très venteux. **Lorsque la température dépasse 22°C, la larve cesse toute activité** et se met en diapause* estivale, dans l'attente du retour de températures plus favorables. **Les étés chauds et secs sont défavorables à la mouche de la carotte qui, comme celle du chou, préfère les printemps et automnes doux et les étés frais et humides.** Dans le Sud-Est de la France, il n'y a donc que un à deux vols.

*9 - Hyaline : transparente*

204105- Folio : q228 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

### Symptômes et conséquences pour la culture

Les symptômes sur attaque précoce au printemps sont une perte de vigueur, un jaunissement des feuilles de la base, et un rougissement du reste du feuillage.

Sur les très jeunes carottes, les attaques de mouche peuvent causer au pire la mort de la plante, sinon un arrêt de croissance et la déformation des racines qui restent courtes, étranglées et/ou fourchues.

Les larves des derniers stades creusent des mines généralement réparties dans la racine. Au printemps et au début de l'été, les galeries ne s'accompagnent généralement pas de pourritures secondaires, mais à l'automne et à l'hiver, diverses pourritures (coloration noirâtre) se développent dans les galeries.

### Méthodes de lutte

Malgré de nombreuses recherches sur les moyens de protéger efficacement les cultures contre la mouche de la carotte, peu de solutions sont disponibles. **La méthode la plus simple et aussi la plus efficace est la protection mécanique avec un voile anti-insecte** (▷ **voir chapitre 2-2** ◁).

Les méthodes de lutte étant peu nombreuses et partielles, il est donc préférable d'en combiner plusieurs pour espérer obtenir une protection satisfaisante des cultures d'Apiacées.

- **Filets.** La lutte directe contre les larves ou les adultes est difficile, la stratégie est donc d'empêcher les pontes et d'enrayer ainsi l'enchaînement des générations. La méthode la plus efficace (mais coûteuse et contraignante) est la pose d'un voile P17 au moment du semis, remplacé en cours de culture par un filet insect-proof. Malgré les effets dépressifs potentiels de cette couverture (risques accrus de maladies cryptogamiques, qualité moindre des racines), il est préférable de la laisser installée pendant toute la durée de la culture (notamment dans les zones climatiques favorables à la mouche). Elle ne sera ôtée que temporairement pour les opérations de binage, qui devront se faire lors de journées chaudes et si possible ventées et aux périodes de la journée défavorables au vol de *Psila*.

Dans les zones plus sèches, chaudes et ventées, il est possible de placer les filets uniquement pendant les périodes de vol, en ciblant particulièrement le premier vol, et de le retirer en dehors des phases de risque. Pour connaître les périodes de vol, il est possible d'utiliser les pièges englués et les données des BSV. Il existe également un modèle de prévision des vols et donc des risques (modèle SWAT).
La mise en place de filets verticaux résout les problèmes des effets secondaires des filets horizontaux, mais elle ne peut concerner que de petites surfaces, la pose est fastidieuse et la résistance au vent souvent insuffisante (▷ **voir chapitre 2-2** ◁). Surtout, son efficacité n'est pas satisfaisante dans les régions où la pression de la mouche de la carotte est importante.

- **Dates de semis.** Il est possible de retarder la date de semis (après le 15 juin) pour éviter le premier vol et priver les femelles de plantes hôtes (à condition qu'il n'y ait pas d'autres Apiacées sauvages ou cultivées à proximité), mais cela ne permet pas d'approvisionner précocement le marché en produit primeur.

**ASTUCE**

**L'installation de plaques englués de couleur jaune au-dessus du feuillage, parallèlement à la haie (s'il en existe une) et si possible perpendiculaire au vent dominant, permet d'attraper les femelles et donc de connaître les périodes de vol. Il existe un seuil d'alerte par rapport au risque de dégâts : une mouche piégée/plaque/jour, pour une densité d'environ cinq plaques englués sur les deux faces, par parcelle, pour une taille de parcelle comprise en 0,5 et 3 hectares.**

** Voir glossaire*

204105- Folio : q229 - Type : qINT-20140505 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

- **Associations culturales.** Certaines associations culturales avec d'autres espèces de légumes comme les choux, l'oignon, le poireau ou les salades, permettraient de perturber le comportement de ponte de la femelle en l'empêchant de reconnaître sa plante hôte. Néanmoins, la présence permanente d'Apiacées à proximité est le facteur dominant qui assure l'inoculum de mouche de la carotte au-delà des phénomènes répulsifs des plantes citées.
- **Désherbage et rotations.** Comme pour les autres ravageurs, l'absence de plante hôte au cours du cycle est un élément important de réduction des populations. **Il faut donc éliminer autant que possibles les Apiacées sauvages (notamment carotte) et pratiquer des rotations longues sans Apiacées (trois ans minimum).** Afin de réduire la pression des mouches, il est important de tenir compte des cultures des parcelles avoisinantes et de s'abstenir de mettre en place une culture hôte de la mouche de la carotte, à proximité de parcelles infestées l'année précédente (inoculum important).
- **Situation des parcelles.** La mouche de la carotte n'aime pas les zones ventées, l'absence d'ombre, d'humidité et de matière organique. Pour la culture de carotte (ou autre Apiacées) il faut privilégier les parcelles ensoleillées (notamment le soir) chaudes et ventées, avec des haies basses (ou sans haie). Les étés chauds et secs, le 2ème vol sera faible et les risques limités. En revanche, avec des températures douces (telles qu'en Bretagne) il n'y a pas de rupture de cycle entre le 2ème et 3ème vol et les risques d'attaques et de dégâts sont très importants quelle que soit la situation géographique.
- **Travail du sol.** Des binages réguliers sont un moyen de détruire des œufs. La plupart de ces méthodes sont difficilement applicables à de grandes parcelles (sauf désherbage et rotations), mais elles restent adaptées à des productions maraîchères diversifiées en circuit court. En circuit court, il ne faut surtout pas laisser des résidus de cultures hivernales (carotte, panais) non récoltées à moins de 300 m des premières carottes semées.

204105- Folio : q230 - Type : qINT-204105 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

## Mouche de l'oignon *(Delia antiqua)*

### Description

Les adultes de la mouche de l'oignon ressemblent assez aux autres *Delia,* en légèrement plus grands (6 à 8 mm). Le corps est gris jaunâtre, avec des bandes noires longitudinales sur le thorax. Les yeux sont rouge sombre.

### Biologie

*Delia antiqua* est inféodée aux Alliacées, elle s'attaque aux *Alliums* semés et plantés comme l'oignon et le poireau mais également l'échalote.

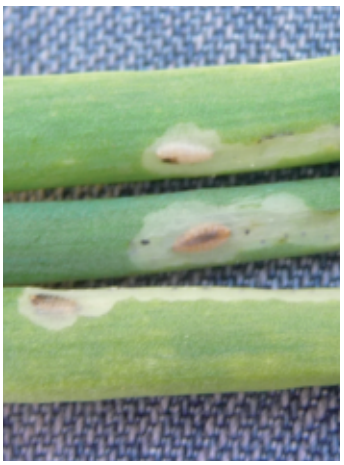
Comme les autres mouches, elle passe l'hiver dans le sol sous forme de pupe, les adultes émergent en avril dans les régions méridionales, en mai plus au nord. La femelle pond de 150 à 200 œufs, isolément ou par paquets de 15-20 à proximité ou sur le collet de la plante hôte (et parfois à la base des feuilles). Les femelles vivent jusqu'à deux mois et pondent par cycles espacés d'une quinzaine de jours. Elles fréquentent les cultures seulement pour pondre. A l'éclosion, les larves pénètrent dans la plante, soit au niveau de la base des feuilles, soit au niveau des racines. Des pourritures bactériennes se développent sur les lésions faites par les larves qui se nourrissent de ces tissus en décomposition. La durée du **développement larvaire dépend de la température : 45 jours à 15°C et 17 jours à 25-30°C.** La larve se nymphose (deux à trois semaines) dans le sol. La seconde génération apparaît alors à partir de juillet. **En raison de la longévité des femelles, les générations se chevauchent :** il y en a deux à cinq par an selon les régions et les années.

### Symptômes et conséquences pour la culture

**Tous les stades peuvent être attaqués, mais ce sont les semis et les jeunes plants d'oignon et de poireau qui sont les plus attractifs pour la mouche** et sur lesquels les dégâts sont les plus graves, ils sont causés par la 1ère génération. Les plants jeunes s'étiolent et meurent, les plus âgés flétrissent en période chaude. Une larve peut attaquer successivement plusieurs plantules. Lorsque les bulbes commencent à être formés, les attaques provoquent l'installation de pourritures, qui souvent ne seront détectées qu'à la récolte. Les pieds d'oignon plus âgés sont moins vulnérables que les semis ou les jeunes plants, sauf lorsque la population de mouches est très importante. Dans ce cas, les plants matures peuvent aussi être infestés, avec des conséquences sur la qualité finale et la conservation des bulbes.

### Méthodes de lutte

**Les méthodes de lutte directe sont quasi inexistantes. Comme pour les autres mouches, il faut privilégier la prévention, avec des rotations dans lesquelles les oignons, échalotes et/ou poireaux ne reviennent que tous les 4-5 ans.**
Des semis tardifs permettent de faire échouer (au moins partiellement) la première génération.
**Le paillage plastique des cultures plantées d'échalote et d'oignons permet de les protéger efficacement,** c'est une méthode de lutte simple, même si elle génère des déchets plastiques qui devront être soigneusement récupérés et mis en déchèterie et/ou recyclés selon les cas.



C.Mazollier/Grab

▷ *Dégâts de la mouche de l'oignon* (Delia antiqua)

204105- Folio : q231 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

Les mouches sont particulièrement attirées par les matières organiques fraîches (fumier frais, déchets végétaux, purin de plantes). **Il est donc préférable d'effectuer une fertilisation modérée à l'aide de compost âgé** d'autant plus que les Alliacées ne sont pas des espèces exigeantes.
Il existe dans les BSV une information correspondant au vol de mouche de l'oignon. Pour l'instant, il n'existe pas de modèle validé prédictif du vol. Les informations sont donc basées sur les observations et les piégeages.
**Des cultures associées carotte - oignon/poireau** pourraient permettre de perturber les comportements de ponte des mouches de ces espèces.

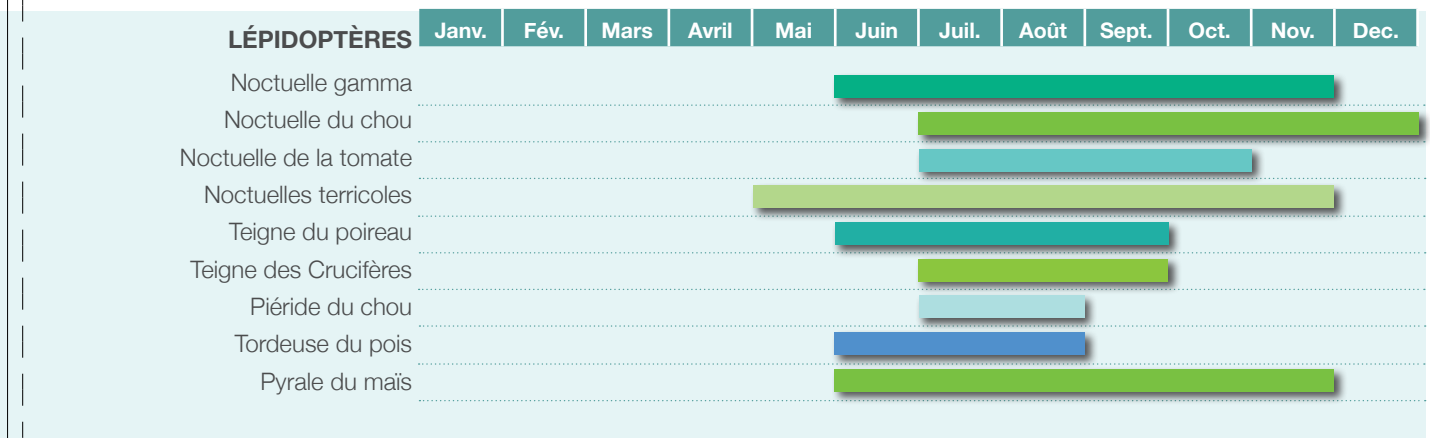
Enfin, **la pose de filets anti-insectes** pendant les périodes de vol reste une solution efficace bien que contraignante, et applicable uniquement à des parcelles de taille modeste. Une surveillance accrue des cultures devra alors être faite pour éviter le développement des maladies cryptogamiques.

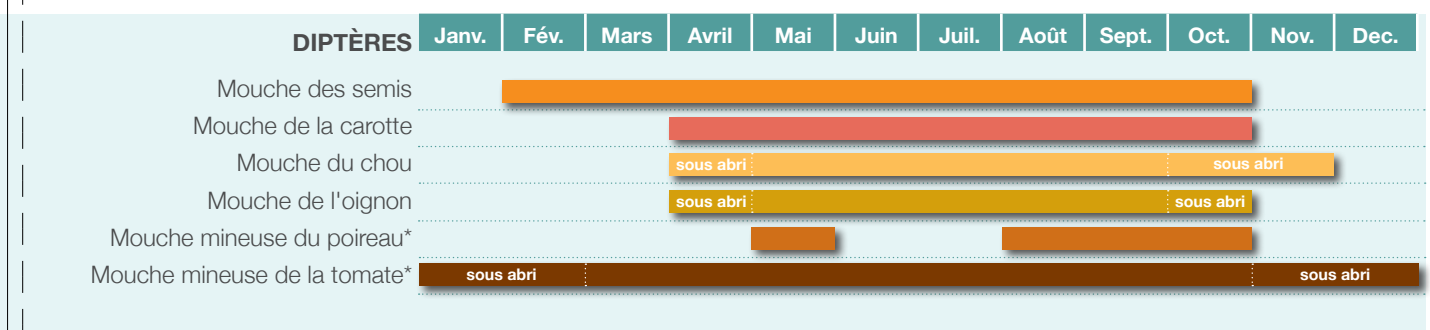
### *Auxiliaires naturels contre les mouches des semis, du chou, de la carotte et de l'oignon*

*Certains carabes, staphylins et Hyménoptères parasitoïdes sont les ennemis des larves et œufs des mouches et participent, dans une certaine mesure, à la régulation naturelle des populations (⊳ voir chapitre 2-1 ⊲). Cependant, leur présence naturelle n'est pas toujours suffisante pour éviter les dégâts.*
*Plusieurs travaux de recherche sont menés pour mettre en place une lutte biologique contre les mouches. Une des pistes est l'utilisation de staphylins du genre* Aleochara *sp. En effet, les adultes prédatent les œufs et les larves de mouches, et les larves parasitent les pupes. On peut également favoriser la présence et le maintien d'une importante population de staphylins sur les parcelles en les leurrant par la diffusion d'odeurs semblables à celles de leurs proies. Deux Hyménoptères parasitoïdes sont également étudiés pour la lutte contre les mouches, il s'agit de* Trybliographa rapae, *spécialiste des mouches du genre* Delia sp, *et de* Pachycrepoideus vindemiae, *généraliste des mouches. Tous deux parasitent les pupes. Un nématode est également étudié* (Steinernema feltiae), *il est déjà commercialisé contre d'autres ravageurs du sol. Ces recherches n'ont pour le moment pas permis d'aboutir à une stratégie de lutte opérationnelle pour les cultures de plein champ.*

204105 - Folio : q232 - Type : qINT-19-14-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Synthèse des périodes à risques
## pour les principaux Lépidoptères et Diptères ravageurs




** Ces ravageurs sont respectivement traités dans les fiches poireau et tomate du tome 2*

204105- Folio : q233 - Type : qINT-204105 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigota



N. Hulas/Ctifl

▷ *Larve de* Tuta absoluta

### *L'apparition de nouveaux Diptères ravageurs*

*Avec la mondialisation, l'accroissement de la circulation des biens et des personnes, l'apparition de ravageurs exotiques s'est accrue ces dernières années. Les deux principaux pour les cultures maraîchères sont la mouche mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*), et la mouche mineuse des* Alliums (Phytomyza gymnostoma). T. absoluta*, signalée la première fois en 2008 dans le Var, est originaire d'Amérique du Sud et s'attaque aux Solanacées (aubergine, poivron, pomme de terre) mais plus particulièrement à la tomate. La seconde vient d'Asie, identifiée en 2004 en Alsace, elle est inféodée aux Alliums (ail, oignon, échalote) avec cependant une prédilection pour le poireau.*

*Les moyens de lutte directe se résument à l'utilisation de filets insect-proof. Le spinosad est homologué contre* T. absoluta*, cependant les risques de résistance (jusqu'à 12 générations par an) et d'effets négatifs sur les auxiliaires sont élevés. Contre* T. absoluta*, il est possible de faire des piégeages massifs en utilisant des pièges à phéromones. C'est un moyen de réduire le nombre d'adultes (mâles uniquement), mais il faut entretenir les pièges régulièrement : changement des capsules de phéromones, nettoyage du piège, remplacement du liquide. Les pièges doivent idéalement être répartis de manière homogène au niveau bas des plantes avec un piège/400 m².*

*Contre ces deux ravageurs, les moyens de lutte étant réduits, il faut absolument avoir recours à des méthodes prophylactiques et notamment des rotations longues et diversifiées (réduction de l'inoculum), la destruction des plantes touchées et des résidus de culture (brûlage ou enfouissement profond), l'élimination soigneuses des adventices hôtes (morelle noire, datura pour* T. absoluta*, et aulx et poireaux sauvages pour* P. gymnostoma*) ainsi que les repousses de cultures. La lutte contre* T. absoluta *grâce à des lâchers de* Trichogramma achaeae *et de* Macrolophus caliginosus *semble prometteuse. Enfin, un environnement diversifié et riche en auxiliaires peut participer à la réduction de la pression de ces ravageurs.*

## **Coléoptères** (doryphores, altises...)

Leur nom provient du grec *« koleos »* signifiant étui et *« pteros »,* aile. Les insectes de l'ordre des Coléoptères se caractérisent par leurs ailes antérieures indurées, souvent brillamment colorées, appelées élytres, qui recouvrent et protègent les ailes postérieures, plus grandes et membraneuses, qui servent au vol et sont, au repos, repliées sous les élytres. **C'est une très vaste famille, qui regroupe une très grande diversité d'espèces parmi lesquelles des auxiliaires carnivores tels les coccinelles et les carabes, et des ravageurs phytophages, dont les charançons, les chrysomèles, les hannetons, les doryphores, les altises.** Seules les doryphores et les altises constituent une menace récurrente pour les cultures légumières.

Comme les autres insectes à métamorphose complète (holométaboles*), le cycle de vie des Coléoptères comporte quatre étapes : œuf, larve, nymphe et adulte. **C'est la larve qui cause l'essentiel des dégâts aux cultures.** Pour certaines espèces, les adultes se nourrissent de pollen et sont ainsi des pollinisateurs, pour d'autres ils sont des ravageurs phytophages comme leurs larves.

** Voir glossaire*

204105- Folio : q234 - Type : qINT-204105 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

## Doryphore
*(Leptinotarsa decemlineata)*

Ce ravageur, d'origine américaine, a été introduit en France en 1922 dans la région bordelaise, avant d'envahir toute la France puis l'Europe à partir de 1940.

### Description

Les adultes mesurent environ un centimètre de long, leur corps est ovale et très bombé. Le thorax et la tête sont d'un brun roux, comme la tête. Les élytres sont jaunes, rayés de dix bandes longitudinales noires caractéristiques. La larve à l'éclosion est rouge orangé et mesure 1,5 à 2 mm de long. A complet développement, elle mesure un peu plus d'un centimètre, elle est molle et dodue, de couleur rouge plus ou moins foncé. La tête et les pattes sont noires ainsi que deux rangées de plaques bien visibles sur les côtés du corps.

### Biologie

**Le doryphore est inféodé aux Solanacées, surtout la pomme de terre, mais les aubergines, les tomates ou les espèces sauvages** comme la morelle noire et la morelle douce-amère **peuvent également être attaquées.**

Les adultes ont une durée de vie de un à deux ans. L'hivernage se fait sous forme adulte dans le sol, entre 25 et 40 cm de profondeur. La sortie a lieu au printemps après une pluie et lorsque la température du sol atteint 14°C à la profondeur d'hibernation, c'est-à-dire à partir d'avril et de façon très échelonnée. Les adultes se nourrissent des jeunes feuilles de pomme de terre. La femelle commence à pondre aussitôt après l'accouplement. Elle pond de 700 à 800 œufs, par paquets de 10 à 30 à la face inférieure des feuilles. Après quatre à dix jours d'incubation, les œufs éclosent : les larves, très voraces, se nourrissent des feuilles de la plante hôte. **Le développement larvaire dure deux semaines.** Ensuite la larve se nymphose dans le sol entre 2 et 20 centimètres de profondeur. Au bout d'une à deux semaines, une nouvelle génération d'adultes émerge (à partir du mois de juillet) et commence à se nourrir abondamment. Une partie d'entre eux se reproduit, les autres s'enfouissent dans le sol et entrent en diapause. **En raison de la longévité et des sorties échelonnées des adultes, les générations se superposent et tous les stades coexistent sur la même parcelle.** Fin août, début septembre, les adultes survivants s'enfoncent dans le sol pour hiverner.
La durée totale du cycle est de cinq à six semaines. En général il n'y a qu'une seule génération par an, mais selon les conditions climatiques de l'année, il peut y avoir une seconde génération, parfois incomplète, dans les zones tempérées et méridionales.

### Symptômes et conséquences pour la culture

La voracité à la fois des adultes et des larves, ainsi que la présence simultanée des différents stades, rend les proliférations de doryphores rapidement critiques pour les cultures. **Une parcelle peut être défoliée en quelques jours.** Les adultes et les larves détruisent partiellement ou totalement le feuillage de la pomme de terre ou des autres Solanacées hôtes. Lorsque la défoliation est importante, les plantes sont affaiblies, la croissance retardée et les rendements fortement diminués. Si l'attaque se produit précocement, les jeunes plantes, si elles ne meurent pas, restent chétives et improductives.



Daumal/Inra

▷ *Femelle doryphore en train de pondre* (Leptinotarsa decemlineata)

204105- Folio : q235 - Type : qINT-20140505 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

### Méthodes de lutte

Il est important d'intervenir rapidement et précocement pour éviter les proliférations. **Le ramassage manuel, notamment des adultes dès leur apparition, permet de réduire les pontes et donc le nombre des futures larves.** Il faut effectuer une surveillance permanente : plusieurs interventions à quelques jours d'intervalle sont souvent nécessaires.

**Les traitements au Bt** (sérotype tenebrionis)**,** sont efficaces mais seulement sur le premier stade larvaire, ils doivent donc être renouvelés plusieurs fois au cours de la saison.

En complément, les mesures prophylactiques sont indispensables pour réduire les populations. Il faut notamment **éviter le retour trop fréquent des Solanacées sur la même parcelle et détruire les Solanacées sauvages** (morelles) présentes dans et à proximité des parcelles pour ne pas qu'elles servent d'hôtes en l'absence de Solanacées cultivées. En raison de son origine exogène et de son introduction relativement récente, le doryphore est peu régulé par notre faune auxiliaire locale.

## Altise noire des Crucifères *(Phyllotreta altra)* et Altise des Crucifères *(Phyllotreta nemorum)*

### Description

Les adultes de petite taille (environ 2 mm pour P. *altra* et 3 mm pour P. *nemorum*) ont un corps très bombé, d'un noir brillant pour le premier et noir verdâtre pour le second. Ils volent peu mais sont capables de sauter grâce à leurs fémurs renforcés.

### Biologie

Les deux espèces n'ont qu'une seule génération par an. Elles passent l'hiver sous forme adulte, enfouies dans le sol. Au printemps (avril-mai), **les adultes hivernants sortent de terre et s'installent sur les jeunes plants de Brassicacées dont ils consomment les feuilles.**

Pour *P. altra* les œufs sont déposés au sol, près du collet des plantes hôtes. A l'éclosion, les larves se nourrissent des racines de leurs hôtes.

Pour *P. nemorum,* les œufs sont déposés sur les feuilles de l'hôte et à l'éclosion les larves vivent en mineuses.

Pour les deux espèces, la nymphose a lieu dans le sol, puis les adultes émergent (juillet pour *P. nemorum* et août pour *P. altra*) et se nourrissent sur la plante hôte jusqu'à la fin de l'automne. Dès les premiers froids, ils s'enfouissent dans le sol et entrent en diapause, en attendant le prochain printemps.

Les deux espèces sont inféodées aux Brassicacées cultivées (choux, radis, navet, roquette, rutabaga) et sauvages (moutarde).

### Symptômes et conséquences pour la culture

Ces deux espèces sont dangereuses car les semis et les jeunes plants peuvent être totalement anéantis. Sur les plantes plus âgées les attaques entraînent une dépréciation qualitative du produit commercial. C'est au printemps que les risques sont les plus élevés, lors de la sortie des adultes, lorsque le temps est sec, chaud et ensoleillé.

204105- Folio : q236 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

### Méthodes de lutte

**Les méthodes de lutte directe sont réduites hormis la protection mécanique par filet anti-insectes** (▷ **voir chapitre 2-2** ◁). Il est donc impératif de privilégier les méthodes préventives. **C'est surtout par les rotations (longues, diversifiées) que les proliférations de ces insectes peuvent être évitées,** il faut également veiller à suffisamment éloigner les unes des autres les parcelles portant des Brassicacées. **Une gestion rigoureuse des adventices, notamment en éliminant les Brassicacées sauvages** (broyage et/ou enfouissement) peut aussi permettre de réduire les risques. La plantation de plants assez âgés, des semis plus denses que la normale, peuvent éviter des dégâts trop dommageables. De fréquents binages permettent de détruire les pontes.

En cas d'attaque, quelques méthodes peuvent permettre de réduire la pression de ces ravageurs. Le maintien d'une certaine humidité (arrosage par aspersion) va fortement freiner l'activité des adultes qui aiment les milieux secs. Les pépinières peuvent être protégées grâce à des filets *insect-proof.* Sous serres, le micro-Hyménoptère *Encarsia formosa* pourrait avoir une action sur le développement des populations d'altises en parasitant leurs larves.

## **Hémiptères** (pucerons, aleurodes...)

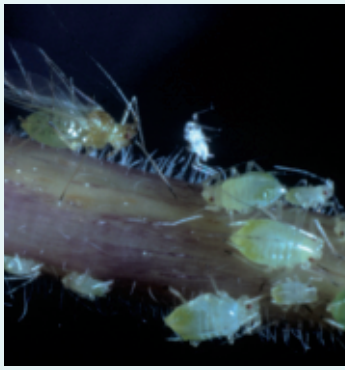
Les insectes appartenant à l'ordre des Hémiptères sont très majoritairement phytophages (90% des Hémiptères), **on y trouve donc de très nombreux ravageurs, parmi les plus redoutables pour les légumes : les très nombreuses espèces de pucerons, les aleurodes, les cochenilles, les punaises, les psylles…**

Les Hémiptères se caractérisent par deux paires d'ailes dont l'une est partiellement indurée - ce sont pour la plupart de piètres voiliers - et surtout un appareil buccal de type piqueur-suceur, composé d'un rostre[10] et d'un stylet leur permettant de perforer les parois des vaisseaux conducteurs des plantes et d'atteindre la sève dont ils se nourrissent. Ils sont plus ou moins spécialisés, mais ont tous une préférence pour les organes jeunes ou faiblement lignifiés.

Les Hémiptères dont il sera question ici (pucerons et aleurodes), appartiennent au sous-ordre des Homoptères.

*10 - Rostre : pièce buccale modifiée pour percer et aspirer que l'on trouve chez des insectes suceurs (Hémiptères) et chez certains parasites tel que la tique*

204105 - Folio : q237 - Type : qINT-19-14-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



Robert/Inra

▷ *Le puceron* Aulacorthum solani, *très polyphage, est capable de coloniser plus de 200 espèces de plantes*



Robert/Inra

▷ *Puceron de la pomme de terre* (Macrosiphum euphorbiæ)

## Pucerons

En piquant et en consommant la sève des plantes, les pucerons causent de très graves dégâts directs (affaiblissement de la plante) et indirects (dépréciation visuelle, transmission de virus) sur les cultures légumières biologiques, d'autant que **les moyens de lutte sont réduits, notamment en début de saison.**

Il en existe un très grand nombre d'espèces, plus ou moins polyphages ou inféodées à une espèce donnée. Il est impossible de détailler ici toutes les espèces, les informations données sont donc assez générales et les moyens de lutte communs à une majorité des espèces de pucerons. Pour les éventuelles spécificités, il faut se reporter aux fiches espèces du tome 2. Parmi les espèces les plus couramment rencontrées et les plus polyphages, on peut citer :

- ▷ le puceron noir de la fève *(Aphis fabæ)* sur fève, haricot, artichaut, betterave, pomme de terre, carotte,
- ▷ le puceron vert du pêcher *(Myzus persicæ)* sur quasi toutes les cultures sous abris (poivron, aubergine, courgette, concombre…) et sur épinard, choux, laitue, pomme de terre… en plein champ,
- ▷ le puceron de la laitue *(Nasonovia ribisnigri),* surtout sur laitue et chicorée,
- ▷ le puceron du melon *(Aphis gossypii)* qui s'attaque particulièrement aux Cucurbitacées sous-serre (courgette, melon, concombre) mais aussi à l'aubergine et au fraisier,
- ▷ le puceron vert et rose de la pomme de terre *(Macrosiphum euphorbiæ)* sur pomme de terre, betterave et choux en plein champ et laitue, chicorée, aubergine, poivron et concombre sous abris,
- ▷ les pucerons des racines de l'artichaut *(Protrama radicis)* et de la laitue (*Pemphigus bursarius)* sur Astéracées (artichaut, laitue, chicorée), mais aussi sur haricot, carotte, choux.

### Description

Les différentes espèces se distinguent par des critères morphologiques (couleur, lanigère, nu), mais aussi par la connaissance de la plante sur laquelle elles ont été observées et les dégâts qu'elles y ont éventuellement causés. **Il est indispensable de savoir les identifier si l'on veut mener une lutte à l'aide d'auxiliaires, notamment sous abris** (▷ **voir chapitre 2-5** ◁) pour les insectes prédateurs et parasitoïdes spécifiques de chaque espèce de puceron.

### Biologie

Le mode de vie des pucerons est extrêmement varié. **Certaines espèces alternent régulièrement entre deux types de plantes. Cette alternance est liée à la reproduction de ces pucerons, à la fois sexuée et asexuée.** Ces espèces ne peuvent en effet se reproduire sexuellement que sur une plante hôte particulière, en général pérenne (arbre ou arbuste) qualifiée d'hôte primaire. Ainsi, le puceron noir de la fève se reproduit et hiverne en général sur le fusain d'Europe, arbrisseau commun des buissons (plus rarement la viorne et le seringat), qu'il quitte au printemps pour s'installer sur ses hôtes secondaires, où il se multiplie durant la belle saison par parthénogénèse[11] (sans fécondation). D'autres espèces peuvent au contraire se maintenir toute l'année sur le même type de plante, où les deux modes de reproduction ont lieu.
Les pucerons se multiplient extrêmement rapidement et se dispersent facilement sur de longues distances (vent). Le temps de génération est rendu très court grâce au mode de reproduction parthénogénétique* et à la viviparité* (les femelles expulsent des jeunes pucerons, qui eux-mêmes en contiennent

11 - *Parthénogénèse : c'est un mode de reproduction asexuée, les gamètes femelles ont la faculté de donner un nouvel individu, sans qu'ils aient besoin d'être fécondés. Tous les individus ainsi engendrés sont des femelles. Ce mode de reproduction est courant chez les insectes et peut cohabiter chez certaines espèces avec une reproduction sexuée (avec fécondation).*

204105- Folio : q238 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

d'autres), la multiplication des colonies est alors exponentielle. **Lorsque les conditions climatiques sont favorables, une semaine suffit au développement complet d'une génération.** Au cours d'une saison, on observe alternativement des pucerons sans ailes (aptères) qui restent cantonnés à la plante hôte et des pucerons ailés qui se déplacent. Les déplacements ont lieu au printemps (pour les espèces avec hôte primaire et hôtes secondaires), de l'hôte primaire vers les hôtes secondaires, puis en fin de printemps et en été pour la colonisation de nouvelles plantes secondaires, et enfin en automne, pour retourner sur l'hôte primaire.

Les pullulations sont directement influencées par certaines conditions climatiques et régulées (ou non) par la présence d'ennemis naturels : prédateurs (coccinelles, syrphes, cécidomyies, chrysopes, oiseaux insectivores), Hyménoptères parasitoïdes et champignons entomopathogènes[12].

En revanche, les fourmis participent au développement et à la protection des colonies de certaines espèces de pucerons qu'elles exploitent pour leur miellat. **La présence de fourmis sur des cultures est un indice fiable de la présence de pucerons.**

### Symptômes et conséquences pour la culture

Lorsque les colonies sont importantes, elles affaiblissent les plantes (retard de croissance) en prélevant la sève pour se nourrir et provoquent des déformations des feuilles ou l'avortement des fructifications. Parfois, leur seule présence, même en l'absence de dégâts, entraîne la dévalorisation de certains légumes comme la laitue.
Les pucerons produisent également un abondant miellat sur lequel se développent des champignons noirs ou fumagines qui entravent la photosynthèse des plantes et déprécient la valeur des légumes.
**Outre leurs dégâts directs, la plupart des pucerons sont également redoutables pour leur capacité à transmettre des maladies virales souvent fatales aux cultures.**
Ils se localisent sur toutes les parties de la plante, avec une prédilection pour les organes jeunes ou fructifères plus riches en sève. Certaines espèces se localisent sur le collet et les racines notamment des Astéracées (laitue, chicorée, artichaut...), mais aussi du chou, de la carotte ou du haricot.

### Méthodes de lutte

▷ **En plein champ,** des traitements insecticides pourraient être nécessaires sur certaines cultures, lors de pullulations précoces, avant l'installation des auxiliaires naturels.
Néanmoins depuis le retrait de la roténone, **il n'existe plus aucune spécialité commerciale insecticide disposant d'une AMM puceron/légumes pour un usage professionnel et compatible avec le règlement de l'agriculture biologique.** (▷ **voir chapitre 2-2** ◁).

Afin de procurer refuge, proies et nourriture aux auxiliaires prédateurs des pucerons, notamment les syrphes et les parasitoïdes, il est recommandé de planter des haies et des bandes fleuries (▷ **voir chapitre 2-1** ◁). Il conviendra cependant d'être prudent dans le choix des espèces afin de ne pas implanter les hôtes primaires des pucerons (ex : fusain). Les espèces qui se sont révélées les plus intéressantes pour attirer les micro-Hyménoptères parasitoïdes des pucerons sont l'achillée, la phacélie, le lotier corniculé, le fenouil et le bleuet.



C.Mazollier/Grab

▷ *Dégâts de pucerons sur chou-rave*

12 - *Entomopathogènes : il s'agit d'organismes (champignons, bactéries, virus, nématodes) capables de s'attaquer aux insectes et de causer leur mort. Naturellement présents dans les écosystèmes ils participent à la régulation des populations d'insectes, ils sont pour ces raisons recherchés comme auxiliaires de lutte biologique.*

204105 - Folio : q239 - Type : qINT-19-14-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



### *Le syrphe, le puceron du chou et la bande fleurie*

*L'intérêt de bandes fleuries composées de coquelicot, carotte sauvage, achillée, matricaire inodore, moutarde des champs, sarrasin, ray-grass italien, trèfle blanc, a été testé pour maîtriser les pucerons du chou. Les syrphes sont les auxiliaires prédateurs prédominants observés dans ces bandes florales. L'effet de la bande florale dans la culture de chou adjacente se fait sentir de façon importante jusqu'à 20 m, et plus faiblement jusqu'à 50 m.*

*Source : fiche RMT DévAB « favoriser les auxiliaires en agriculture biologique ». J. Lambion et F Warlop (Grab), JP Sarthou (Ensat-Inra)*

▷ **Sous abris,** la protection contre les pucerons passe par des mesures préventives : production de plants indemnes (pépinières protégées des insectes par des voiles insect-proof), élimination des résidus des cultures précédentes, désherbage de la serre et de ses abords.
Il est souvent nécessaire, notamment sur Cucurbitacées et sur tomate, d'introduire des auxiliaires disponibles auprès de fournisseurs spécialisés. Ainsi, dès détection des premiers pucerons, il est recommandé de lâcher des prédateurs (chrysopes, hémérobes, *Macrolophus caliginosus*…), des Hyménoptères parasitoïdes (*Aphidius colemani* contre *Myzus persicæ* et *Aphis gossypii, Aphelinus abdominalis* ou/et *Aphidius ervi* contre *Macrosiphum euphorbiæ* et *Aulacorthum solani*) et éventuellement, lors d'infestations plus importantes, l'utilisation en complément d'*Aphidoletes aphidimyza* (Diptère prédateur de la famille des Cécidomyies). Il existe également des variétés résistantes à certains pucerons (exemple de variétés de melon résistantes à *Aphis gossypii*). La mise en place de plantes relais (▷ **voir chapitre 2-5** ◁), permet le développement précoce des populations d'auxiliaires, qui seront ainsi immédiatement opérationnelles lorsque les populations de pucerons commenceront à proliférer sur les cultures.

▷ **En plein champ comme sous abris,** des excès de fertilisation azotée sont favorables au développement des pucerons sur les cultures, il convient donc d'être vigilant sur la gestion de l'azote notamment en début de cycle des cultures.



*Inra*

▷ *Colonie d'aleurodes (larves et adultes)*

## Aleurodes

**Les aleurodes ou mouches blanches posent des problèmes essentiellement sous serres,** elles sont représentées par deux espèces très proches : *Trialeurodes vaporariorum* et *Bemisia tabaci*. La première, originaire d'Amérique du sud, se rencontre aussi en plein champ dans les zones méridionales. La seconde est une espèce tropicale à subtropicale qui, en Europe, reste cantonnée dans les serres. Elle a été récemment introduite au Pays-Bas et au Royaume-Uni, où elle se maintient dans les serres chauffées.

### Description

Les deux espèces ont le même aspect, les adultes mesurent environ un millimètre. Ils sont de couleur jaune pâle, recouverts d'une pruine cireuse blanche. Les œufs sont blanc jaunâtre, disposés en fer à cheval à la face inférieure des feuilles. Les larves âgées (maxi 0,8 mm) sont immobiles, translucides pour *B.tabaci* et vert pâle pour *T. vaporariorum,* semblables à de minuscules cochenilles.

204105- Folio : q240 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

## Biologie

**Les deux espèces sont très polyphages, avec une prédilection pour les Solanacées et les Cucurbitacées.** Les adultes comme les larves se nourrissent en ponctionnant les liquides intracellulaires, provoquant ainsi des piqûres rougeâtres sur la face supérieure des feuilles et principalement dans les parties hautes des plantes. Les adultes restent cantonnés principalement sur la face inférieure des feuilles, ils s'envolent brusquement en « nuage » lorsqu'ils sont dérangés.

Comme pour les pucerons, la reproduction peut être sexuée ou parthénogénétique* (sans fécondation). La durée du développement est étroitement dépendante de la température. Par exemple, le cycle de développement de *T. vaporariorum* à 16°C est de 70 jours alors qu'à 26°C, il est de 22 jours. La durée du cycle de *B. tabaci* est plus courte à 16°C (49 jours), mais elle est pratiquement identique à celle de *T. vaporariorum* à 26°C (21 jours). En conditions favorables, les populations peuvent facilement exploser, les générations se succèdent et se chevauchent sans interruption, particulièrement sous serre. L'hivernation peut se faire à tous les stades, dès que les températures chutent. Les aleurodes peuvent survivre l'hiver, dans les serres, voire à l'extérieur dans les régions à hiver doux.

## Symptômes et conséquences pour la culture

La consommation de la sève affaiblit les plantes, surtout quand les attaques sont précoces. Les feuilles se nécrosent et vieillissent prématurément. **La production est ralentie, les calibres diminuent.**

Tout comme les pucerons, les aleurodes sécrètent un abondant miellat qui favorise le développement de la fumagine, qui souille les produits et les rend impropres à la vente.

**En plus des dégâts directs, les aleurodes transmettent des virus** tels que le Tomato yellow leaf curl virus ou maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV).

## Méthodes de lutte

**Des plaques engluées de couleur jaune attirent les aleurodes.** Disposées au niveau des feuilles des cultures, **elles permettent de détecter précocement leur présence** et de prendre les mesures qui s'imposent.

### ▷ Lutte biologique

En cas d'infestation, il est possible (sous serres) d'introduire des auxiliaires comme *Macrolophus* pour les cultures longues, et pour les cultures estivales courtes, des micro-Hyménoptères tels que *Encarsia formosa,* qui est à la fois un prédateur et un parasite des larves d'aleurodes, ou *Eretmocerus eremicus* et *Eretmocerus mundus,* dont les larves parasitent les larves de *B.tabaci,* pour le premier et de *B. tabaci* et *T. vaporarium* pour le second. Les *Eretmocerus* se comportent mieux qu'*E. formosa* lorsque les températures sont élevées sous la serre.

Deux champignons parasites *(Paecilomyces fumosoroseus* et *Verticillium lecanii)* peuvent aussi être utilisés contre les aleurodes sur certains légumes. Le premier parasite surtout les larves, le second s'attaque à tous les stades de l'aleurode. Il faut que l'hygrométrie soit au moins égale à 80% et que les températures soient inférieures à 30°C pour que ces champignons puissent s'attaquer aux aleurodes de façon significative.



C.Mazollier/Grab

▷ *Dégâts d'aleurodes et fumagine sur chou*

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

204105- Folio : q241 - Type : qINT-204105 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



▷ **Biodiversité fonctionnelle***
Des essais menés par le Grab à Avignon ont montré que certaines espèces comme le souci officinal, l'inule visqueuse et certains géraniums favorisent la présence de punaises prédatrices d'aleurodes (genres *Macrolophus* et *Dicyphus*), lorsqu'elles sont semées au printemps, entre les tunnels de culture.

▷ **Lutte directe**
Des produits à base d'huile essentielle d'orange douce peuvent être utilisés pour lutter contre les aleurodes sur un certain nombre de cultures légumières.

## D'autres ravageurs aériens (acariens, thrips)

### Acariens (classe des Arachnides)

En conditions chaudes et sèches (zones méridionales et/ou sous-abris), les pullulations d'acariens peuvent causer d'importants dégâts aux cultures maraîchères. Ce ne sont pas des Insectes mais des Arachnides, qui se développent en consommant le contenu des cellules des plantes hôtes. **Une espèce pose surtout problème : l'acarien jaune ou tétranyque tisserand** *(Tetranychus urticae),* **essentiellement sous abris sur les Solanacées et les Cucurbitacées, mais également sur les haricots.** Dans une moindre mesure et plus ponctuellement, l'agent de l'acariose bronzée de la tomate *(Aculops lycopersici)* peut aussi causer des dégâts sur tomate et pomme de terre.

#### Description

**Ce sont de minuscules araignées (huit pattes, et non pas six comme les insectes), dont la taille n'excède pas 0,5 millimètre.** Les adultes de *Tetranychus urticae* sont de couleur jaune à orangée, leur coloration variant au cours de la saison et des générations. Les *Aculops,* encore plus petits, sont invisibles à l'œil nu et la vérification de leur présence s'effectue sous loupe binoculaire.

#### Biologie

Les tétranyques se développent sur les organes végétaux herbacés, souvent à la face inférieure des feuilles, le long des nervures. Pour se nourrir, ils piquent les feuilles, aspirent le suc cellulaire, vidant ainsi les cellules foliaires de leur contenu.
A tous les stades actifs, le tétranyque tisse (d'où son nom) à la face inférieure des feuilles des toiles soyeuses qui retiennent l'humidité et assurent une excellente protection de toutes les formes contre le vent mais également contre les prédateurs et les éventuels traitements.
Les acariens passent l'hiver à l'état de femelles abritées dans divers abris les protégeant du froid (débris végétaux, structure des serres, sol), elles émergent courant mai dès que les températures sont favorables et pondent une centaine d'œufs.

** Voir glossaire*

204105- Folio : q242 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Comme pour d'autres espèces, le développement dépend fortement de la température, il est optimal entre 23 et 30°C et à une humidité relative inférieure à 50%. Le développement larvaire dure 16 jours à 20°C mais seulement 7 à 31°C.
Lorsque les conditions sont favorables, les générations se succèdent à un rythme très rapide (six à neuf dans l'été parfois plus dans les serres). La dissémination du tétranyque se fait par le contact d'une plante contaminée avec une autre, par le sol sur de faibles distances, par des objets, des personnes ou par le vent - son fil de soie constituant un aérophore[13] - sur des distances parfois très importantes.

## Symptômes et conséquences pour la culture

Les piqûres de tétranyques, en vidant le contenu cellulaire, provoquent des décolorations ou des réactions colorées des feuilles et portent atteinte au développement et au bon fonctionnement des feuilles (disparition de la chlorophylle). Les dégâts se traduisent d'abord par des mouchetures sur les feuilles qui prennent ensuite un aspect plombé, puis bronzé, pouvant aller jusqu'au dessèchement. En cas de forte infestation, notamment sur les stades jeunes, la plante peut mourir. Sur les stades plus âgés, les organes fructifères, insuffisamment alimentés, avortent ou donnent des fruits de mauvaise qualité. De plus, les acariens tissent parfois d'abondantes toiles qui peuvent enserrer les organes de la plante et entraver leur développement.

## Méthodes de lutte

### ▷ Brumisation

**La méthode la plus efficace pour éviter le développement des populations d'acariens est la brumisation qui permet de corriger le climat trop sec et trop chaud des abris** et de créer des conditions défavorables au développement des tétranyques. Elle limite ainsi très fortement la gravité des attaques, améliore également la protection contre d'autres ravageurs (thrips) et favorise l'installation de divers auxiliaires. Elle présente comme autres avantages d'améliorer la croissance des plantes, ainsi que le confort de travail du personnel. C'est cependant une technique coûteuse en investissements de départ. A défaut de brumisation, des arrosages réguliers par aspersion (bassinages) doivent permettre de juguler les populations d'acariens et de thrips, en relevant l'hygrométrie dans les serres.

### ▷ Elimination manuelle des foyers

Les méthodes de lutte directe étant peu nombreuses en agriculture biologique, il faut privilégier la prévention et l'observation afin de détecter et d'**éliminer les premières feuilles et les plantes atteintes qui constituent des foyers.**

### ▷ Lutte biologique

La lutte biologique est une solution coûteuse et qui demande une certaine technicité. Elle peut être difficile à mettre en œuvre car l'installation des auxiliaires dans la culture est souvent laborieuse en climat chaud et sec. En phase estivale il faut toujours maintenir un taux d'hygrométrie suffisant (bassinage ou brumisation) pour que les auxiliaires puissent se disséminer sur l'ensemble du feuillage. Les auxiliaires doivent pouvoir être installés précocement, dès l'apparition des premiers foyers, afin que leurs populations puissent se développer en même temps que celles de *T. urticae*. La lutte est possible à l'aide d'acariens prédateurs : *Phytoseiulus persimilis* et/ou *Neoseiulus californicus,* mais aussi d'une Cécidomyie prédatrice : *Feltiella acarisuga* (= *Therodiplosis persicæ*), et d'une punaise : *Macrolophus caliginosus* disponibles auprès des fournisseurs d'auxiliaires (▷ **voir chapitre 2-5** ◁).



C.Mazollier/Grab



C.Mazollier/Grab

▷ *Dégâts d'acariens sur feuilles et fruit de tomate*

13 - *Aérophore : le fil de soie de l'acarien accroit sa portance et donc la distance à laquelle il est déplacé lorsqu'il est emporté par le vent*

204105 - Folio : q243 - Type : qINT-19-04-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

▷ **Bandes florales**

La mise en œuvre de bandes florales avec des espèces attirant des punaises mirides prédatrices des acariens est une voie prometteuse en cours d'étude. Plusieurs espèces végétales semblent intéressantes pour leur attractivité vis-à-vis des punaises mirides : le souci et l'inule visqueuse pour *Macrolophus caliginosus,* les géraniums pour *Dicyphus spp.*

▷ **Mise en garde sur le soufre**

Le soufre utilisé en poudrage a une action insuffisante et présente de nombreux effets secondaires indésirables pour les auxiliaires (notamment les acariens prédateurs), les pollinisateurs et aussi pour l'applicateur. Par ailleurs le soufre accélère le vieillissement des plastiques sous abris (▷ **voir chapitre 2-1** pour des détails sur les conditions d'utilisation du soufre ◁).

### *En résumé : la prévention contre les acariens*

- *surveiller l'état des cultures et l'apparition des premiers symptômes,*
- *éliminer les premières feuilles et les plantes atteintes pour éviter qu'elles ne deviennent des foyers de contamination,*
- *nettoyer les structures des abris, et éliminer les adventices dans et aux abords des serres,*
- *maintenir dans les serres une hygrométrie supérieure à 60%.*

## **Thrips** (Ordre des Thysanoptères)

Les thrips sont de petits insectes ailés, très polyphages, qui s'attaquent à de nombreuses espèces légumières aussi bien en plein champ que sous abris. Les deux principales espèces sont *Frankliniella occidentalis* (Thrips californien) et *Thrips tabaci* (Thrips du tabac et de l'oignon).

### Description

Les thrips ont un corps allongé, de couleur jaunâtre. Ils mesurent environ un millimètre. Leurs ailes, étroites, de couleur jaune-marron, sont frangées de longues soies. Les larves, de couleur claire (blanchâtre, jaunâtre, vert clair), ont les yeux rouges.

### Biologie

De très nombreuses cultures peuvent être attaquées par *F. occidentalis* (concombre, tomate, poivron, aubergine, haricot, fraise), excepté le poireau et l'oignon sur lesquels on trouve *T. tabaci*. Les adultes et les larves se nourrissent du contenu des cellules végétales. **Comme les acariens, les thrips apprécient les atmosphères chaudes et sèches.**
Comme chez les pucerons, la reproduction se fait essentiellement par parthénogénèse (pas de fécondation). La femelle insère ses œufs (une quarantaine) dans les tissus des plantes (fleurs, bourgeons floraux, jeunes pousses) ce qui engendre des déformations et des décolorations des organes touchés. La durée du cycle d'œuf à œuf dépend étroitement de la température : il dure 15 jours à 25°C et jusqu'à 40 jours à 15°C.

204105- Folio : q244 - Type : qINT-20140505 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Dans le Sud de l'Europe, il peut y avoir jusqu'à cinq générations en plein champ. En serre chaude, les générations se succèdent à un rythme rapide (jusqu'à 14 par an). L'espèce hiverne généralement à l'état de femelle abritée dans le sol.

## Symptômes et conséquences pour la culture

**Les dégâts sont essentiellement provoqués par la prise de nourriture sur les organes végétaux (feuilles, fruits, ...). Les cellules mortes perdent leur coloration et forment des plages argentées.** Les effets indirects peuvent être graves, car les thrips sont susceptibles de transmettre le virus de la mosaïque bronzée de la tomate (TSWV), dommageable à de nombreuses cultures (tomate, poivron, laitue…).

## Méthodes de lutte

La lutte contre les thrips doit privilégier les méthodes préventives, afin d'éviter d'avoir recours à la lutte directe. Sous abris, l'une des sources d'inoculum est l'introduction de plants virosés ou/et porteurs de thrips. Il faut donc être particulièrement vigilant sur la qualité des plants. **Les adventices** (notamment les Astéracées) présentes aux abords des serres **et les repousses d'engrais vert (phacélie) sont susceptibles d'héberger des thrips et/ou le virus TSWV. Elles doivent être soigneusement éliminées.**

Les thrips étant attirés par la couleur bleue, des plaques engluées de cette couleur peuvent servir notamment sous serre pour détecter précocement leur présence, et prendre les mesures pour éviter leur pullulation.

### ▷ Brumisation

Comme pour les acariens, **une des méthodes les plus simples pour lutter contre les thrips est de pratiquer des brumisations** (élévation de l'hygrométrie et baisse de la température) ou des arrosages par aspersion qui détruisent les adultes et stoppent l'enchaînement des générations (à faire le matin et avec une bonne ventilation sous abris pour éviter le développement des maladies cryptogamiques).

### ▷ Lutte biologique

La lutte biologique sous abris est menée principalement en culture de concombre à l'aide de l'acarien prédateur *Neoseiulus (= Amblyseius) cucumeris* (▷ **voir chapitre 2-5** ◁). Des lâchers de punaises prédatrices *Orius laevigatus* donnent des résultats intéressants sur poivron.

### ▷ Lutte directe

Les pépinières peuvent être protégées par des voiles agro-textiles à mailles fines (environ 450 µm). Il faut éviter de produire des plants maraîchers dans des pépinières contenant aussi des plantes ornementales (chrysanthèmes, œillets, cyclamens…), sur lesquelles les thrips se développent préférentiellement et qui peuvent aussi être porteuses du virus TSWV.

En dernier recours, le spinosad est homologué pour lutter contre les thrips sur certains légumes. Néanmoins il est préférable d'avoir auparavant recours aux autres méthodes. D'autre part, l'utilisation du spinosad n'est pas compatible avec l'introduction d'auxiliaires. Enfin, l'huile essentielle d'orange douce est homologuée contre le thrips sur poireau.



J. Drescher/Inra

▷ *Larves et adultes de thrips*

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

204105- Folio : q245 - Type : qINT-20140505 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



# RAVAGEURS TERRICOLES[14] (TAUPINS, NOCTUELLES...)

**Il s'agit des ravageurs qui vivent dans le sol et s'attaquent aux parties souterraines des cultures légumières (racine, collet).** De par leur nature, ces animaux sont difficilement observables. **Ce sont les dégâts qu'ils commettent qui signalent leur présence, et il est alors souvent trop tard pour intervenir efficacement. Pour ces espèces, plus encore que pour les ravageurs aériens, la mise en place de méthodes prophylactiques est indispensable pour éviter des dommages irréparables.** La première d'entre elles demeure la mise en place de rotations longues et diversifiées, particulièrement contre les nématodes, pour éviter d'avoir à utiliser des méthodes de lutte directe traumatisantes pour la vie des sols (désinfection vapeur).



C.Mazollier/Grab



Inra

▷ *Larve et adulte du taupin*

## Taupins ou vers fil de fer
*(Agriotes sp.)*

Les taupins sont des insectes de l'ordre des Coléoptères de la famille des *Elateridae.* Il en existe environ 200 espèces en France mais peu d'entre elles sont vraiment nuisibles. Ce sont les larves de quatre espèces du genre *Agriotes* qui sont responsables de l'essentiel des dégâts *(A. lineatus, A. sputator, A. obscurus et A. sordidus).* **Très polyphages ils peuvent s'attaquer à quasiment toutes les espèces de légumes,** sauf les Brassicacées qui sont en général épargnées (bien que des dégâts sur radis soient possibles).

### Description

Les adultes mesurent 7 à 8 mm de long, leur corps de couleur sombre est très allongé et entièrement recouvert d'une pubescence blanc grisâtre.
Les larves sont longues (1,5 à 2 cm), minces et cylindriques. D'une couleur blanc-jaune, elles sont recouvertes d'une cuticule brillante et indurée qui leur confère une grande résistance mécanique et leur vaut le surnom de « vers fil de fer ».

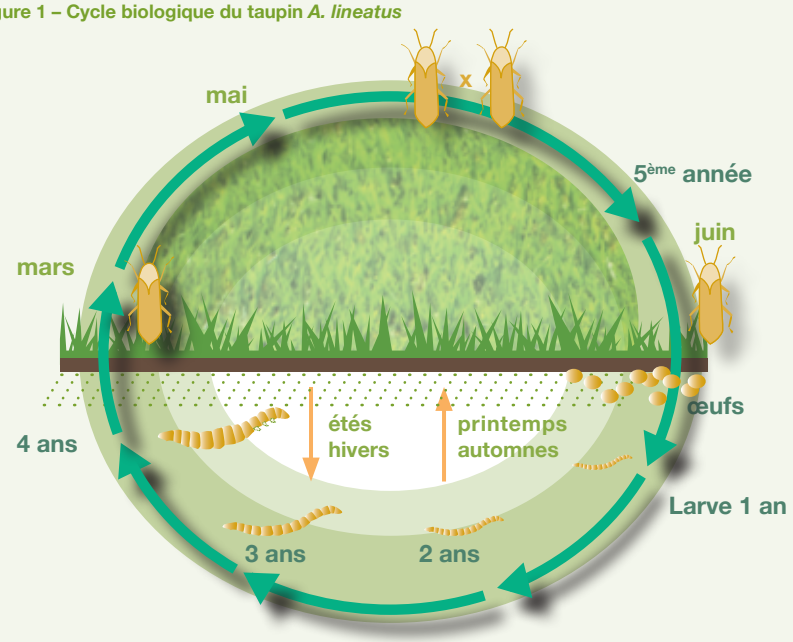
### Biologie

Les trois espèces *A. lineatus, A. sputator, A. obscurus* ont un cycle long, le développement larvaire suivi de la nymphose s'étendant sur cinq ans (▷ **voir figure 1** ◁). Quant à l'espèce *A. sordidus,* en extension dans le grand sud de la France depuis ces dernières d'années, elle a un cycle beaucoup plus court : de deux à quatre années maximum.

14 - *Terricole : espèce qui vit sur la terre ou dans la terre*

204105 - Folio : q246 - Type : qINT-19-14-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blockta

Figure 1 – Cycle biologique du taupin *A. lineatus*




*Source : Y. Blot, Inra Rennes*

Quelles que soient les espèces, les adultes hivernent dans le sol et émergent en mars-avril lorsque les températures atteignent environ 14°C. Ils ont une activité nocturne, volent rarement. Ils se déplacent en marchant dans la végétation, mais semblent peu se disperser. Ils sont capables de sauter avec un bruit métallique lorsqu'ils sont sur le dos (*"click beetle"* en anglais). Ils peuvent rester en activité jusqu'en août. Les adultes ne font pas de dégâts aux cultures. Les femelles pondent 100 à 200 œufs dans les dix premiers centimètres du sol, qui doit être humide et de préférence riche en matières organiques non décomposées. La ponte s'effectue essentiellement sous couvert végétal, car les œufs et les jeunes larves sont très sensibles à la dessiccation. **Les climats maritimes et humides sont particulièrement propices aux taupins.** Dans les zones plus sèches, les prairies pluri-annuelles sont des sites de ponte idéaux.

Les larves, très polyphages, effectuent la totalité de leur développement dans le sol. Très mobiles, elles creusent des galeries dans le sol et se nourrissent des racines d'un grand nombre d'espèces. Elles se déplacent aussi verticalement en fonction des variations de température et d'humidité du sol. Elles cessent leur activité en hiver et en été et s'enfoncent dans le sol à 40-50 cm de profondeur. Du fait de la longueur de la phase de développement larvaire et de la faible dissémination supposée des adultes, les mêmes parcelles sont contaminées tous les ans ce qui y entretient de fortes populations composées de larves de tous stades.

## Symptômes et conséquences pour la culture

**Les dégâts sont effectués par les larves, au printemps et en automne.** Tous les stades larvaires provoquent des dégâts. Lorsque les conditions d'humidité sont satisfaisantes, elles vivent dans la couche supérieure du sol et consomment les semences et les plants en germination, attaquent les plantules au niveau du collet, entraînant leur destruction. Elles endommagent aussi les racines, affaiblissant ainsi les plantes, et font des trous dans les racines char-

204105- Folio : q247 - Type : qINT-204105 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

nues (carotte) et les tubercules (pommes de terre), les rendant invendables. Quasiment toutes les espèces de légumes (sauf la plupart des Brassicacées) peuvent être concernées à un stade ou à un autre.

### Méthodes de lutte

La vie larvaire souterraine des taupins, leur mobilité et la longueur de leur cycle biologique en font **des insectes peu accessibles contre lesquels il existe peu de moyens de lutte.**

▷ **Facteurs aggravants**

Les prairies et les jachères pluri-annuelles sont des sols riches en matières organiques et peu perturbés qui constituent des précédents très favorables aux taupins. Le retournement d'une prairie ou d'une jachère entraîne des risques élevés d'attaques de taupins pour les cultures qui suivent. Il faut donc éviter les plantes sensibles (salade, tomate, poireau, maïs doux, pomme de terre, carotte, oignon, Fabacées…) dans les deux années suivant le retournement d'une prairie. Si plusieurs cultures sensibles sont produites successivement sur une parcelle infestée, le développement du taupin est exponentiel.

▷ **Travail du sol et conditions défavorables**

Les façons culturales superficielles d'été (binages, sarclages, griffages) ramènent les œufs et les jeunes larves à la surface du sol où ils sont exposés à la dessiccation mais aussi aux oiseaux insectivores ou autres prédateurs.

Il faut créer des conditions défavorables aux pontes, en privilégiant des cultures peu couvrantes et peu arrosées, en évitant les apports importants de matières organiques, en effectuant un désherbage soigneux des parcelles et en implantant éventuellement un engrais vert de Brassicacées défavorable aux taupins (présence de composés soufrés).

▷ **Piégeage**

Il est possible de piéger les taupins en disposant dans le sol des appâts constitués de pommes de terre coupées en deux, (face coupée vers le bas), à quatre ou cinq centimètres de profondeur. Cette technique permet d'une part de repérer la présence des taupins et éventuellement, sur de petites surfaces, d'en réduire les populations.

▷ **Répulsifs**

Les apports d'engrais à base de tourteaux de neem ou de ricin pourraient avoir un effet répulsif partiel sur les larves de taupin.

### *En résumé : Comment lutter contre les taupins ?*

- *éviter les cultures sensibles après une prairie ou une jachère,*
- *créer des conditions défavorables au moment de la ponte : sol secs et nus,*
- *travailler superficiellement le sol en été pour détruire les œufs,*
- *organiser les rotations pour alterner cultures sensibles et cultures non attaquées (Brassicacées uniquement),*
- *éviter les apports importants de matières organiques, notamment peu décomposée.*

204105- Folio : q248 - Type : qINT-19-04-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Noctuelles terricoles ou vers gris

Ce sont des Lépidoptères dont les chenilles, très polyphages, sont terricoles et se nourrissent des collets et des racines des plantes hôtes.

### Description

Les deux principales espèces sont la noctuelle des moissons *(Agrostis segetum)* et la noctuelle ipsilon *(Agrostis ipsilon).* Elles ont des cycles de vie très proches et les dégâts causés aux cultures sont très similaires. Les deux espèces ont des chenilles assez semblables, de couleur gris-brun avec des taches noires longitudinales, et d'une taille d'environ cinq centimètres au dernier stade larvaire. Le papillon de la première est sédentaire, alors que celui de la seconde est une espèce migrante. Ce sont des espèces nocturnes, d'environ quatre centimètres d'envergure.

### Biologie

**La noctuelle des moissons** est une espèce sédentaire. Elle passe l'hiver dans le sol, en diapause au stade chenille. Elle reprend son développement en mars-avril. Les larves s'alimentent la nuit, sur le feuillage et le collet des plantes hôtes. Pendant la journée, elles se dissimulent en s'enroulant sur elles-mêmes sous une motte ou à une faible profondeur dans le sol. Après la nymphose, les adultes émergent de mi-avril à juin. Les femelles déposent leurs œufs isolés ou par petits groupes, au sol et sur la face inférieure des feuilles. Chaque femelle pond de 800 à 1 200 œufs. Les nouvelles chenilles apparaissent en juin et juillet :

- dans les régions septentrionales, elles s'enfouissent dans le sol, entrent en diapause et passent ainsi l'hiver,
- dans les régions méridionales, toutes les chenilles se nymphosent pour donner une seconde génération d'adultes de fin juillet à début septembre. Les chenilles se développent d'août à la fin octobre et hivernent à des stades divers ; certaines donnent une 3ème génération larvaire partielle en octobre-novembre.

**La noctuelle ipsilon** est une espèce migratrice. Au printemps, les papillons en provenance d'Afrique du nord viennent pondre dans la zone sud de la France (fin mars à début mai). Les femelles pondent environ 1 500 œufs par paquets de 10 à 15, de préférence dans les zones les plus humides et récemment travaillées pour les semis ou les repiquages. Les chenilles issues de ces pontes peuvent causer d'importants dégâts. Les papillons issus de cette 1ère génération de larves (le stade chenille dure de 1,5 à 2 mois) migrent plus au nord pour pondre et donner une 2ème génération de chenilles (juin – juillet). Après la nymphose, en août-septembre, les adultes migrent vers le sud, où des œufs peuvent être déposés au passage et qui peuvent donner une 3ème génération de chenilles si les conditions météorologiques sont favorables.

### Symptômes et conséquences pour la culture

Les pontes sont imprévisibles et les dégâts peuvent être considérables lors de pullulations dues aux migrations ou à des pontes importantes. **Ce sont les jeunes plantations qui sont les plus vulnérables.** De nombreux légumes sont concernés : salade, chou, épinard, betterave, pomme de terre, persil... La noctuelle ipsilon est encore plus polyphage que la noctuelle des moissons et s'attaque à quasi toutes les espèces de légumes. Les jeunes chenilles consomment les premières feuilles ou cisaillent l'extrémité de la plante ; les



R.Coutin- N.Hawlitzky/Inra

▷ *Œufs de la noctuelle* Agrostis sp. *parasités par* Telenomus sp.



P.Thiebeau/Inra

▷ *Chenille de la noctuelle* Agrostis ipsilon

204105- Folio : q249 - Type : qINT-20140505 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

plus grosses s'attaquent surtout au collet. L'activité de ces deux espèces est essentiellement nocturne et les chenilles restent cachées dans le sol pendant le jour. Très souvent les larves sont déjà présentes au moment du repiquage.

Tout comme pour les taupins, les dégâts sont particulièrement importants pour les cultures succédant aux prairies.

### Méthodes de lutte

▷ **Destruction manuelle**

**Il n'existe aucun moyen de lutte directe, à l'exception de la récolte et la destruction manuelle des chenilles.** Pour cela il est possible de disposer dans les rangs des cultures des abris-pièges tels que des planches ou des tuiles. Le matin les chenilles viennent s'abriter dessous, il est alors possible de les ramasser et de les détruire.

▷ **Filets insect-proof**

Du fait du caractère migrateur de la noctuelle ipsilon, les pullulations sont imprévisibles. Il reste cependant possible de protéger les semis et les jeunes plantations avec des voiles agro-textiles. Sous abris, il faut protéger les ouvrants avec des filets insect-proof, ou au moins les fermer avant le crépuscule pour éviter l'entrée des papillons nocturnes.

▷ **Auxiliaires naturels**

Des auxiliaires naturels existent, comme les chauves-souris, grandes consommatrices de papillons nocturnes, ou les oiseaux (merles, grives) qui se nourrissent des chenilles. Il faut favoriser leur présence par la mise en place de gîtes, nichoirs et par l'aménagement des bâtiments.

Il semble que la présence de plantes sauvages en périphérie des parcelles puisse être un facteur favorable à la régulation des populations. En effet, les noctuelles peuvent se nourrir ailleurs que sur les cultures, ce qui réduit la pression qu'elles exercent sur les plantes cultivées.

▷ **Piégeage**

Afin de mieux apprécier les périodes à risques nécessitant une vigilance accrue et des interventions éventuelles, il est possible d'effectuer un piégeage à l'aide de pièges à phéromones sexuelles. Néanmoins, le suivi au champ de l'apparition des pontes et des dégâts reste primordial.

▷ **Désinfection du sol**

En dernier recours, en cas d'infestation très importante, notamment par la noctuelle des moissons, une désinfection du sol pourra éventuellement être pratiquée (▷ **voir chapitre 2-2** ◁).

204105- Folio : q250 - Type : qINT-19-14-05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Nématodes

**Les nématodes parasites des plantes sont de minuscules vers (inférieurs à un millimètre).** Les espèces qui attaquent le plus fréquemment les cultures légumières appartiennent au genre *Meloidogyne,* il s'agit surtout de *M. arenaria, M. incognita, M. javanica, M. hapla,* mais d'autres espèces peuvent également faire des dégâts comme *M. chitwoodi* et *M. falla,* ces deux dernières faisant par ailleurs l'objet de mesures de lutte obligatoire. **Les méloïdogynes sont aussi appelés « nématodes à galles ».**

### Description

Les *Meloidogyne* sont morphologiquement très simples. Ils sont filiformes et mesurent respectivement environ 0,4 mm pour les femelles et 1 mm pour les mâles. Ces nématodes phytophages se caractérisent par un stylet piqueur qui leur permet d'atteindre les cellules des vaisseaux conducteurs de sève. Leur identification est assez complexe, c'est par l'observation au microscope de la zone postérieure de la femelle qu'il est possible de les différencier.

### Biologie

Toutes les espèces du genre *Meloidogyne* ont des biologies très voisines. Le cycle de vie comprend trois stades : l'œuf, le stade larvaire avec quatre mues successives et le stade adulte. Pour le genre *Meloidogyne,* la totalité du cycle se fait dans le sol. A l'éclosion (le premier stade larvaire reste dans l'œuf), la larve (2ème stade larvaire, c'est le seul stade libre) utilise le film d'eau présent autour des particules du sol pour se déplacer jusqu'à la racine d'une plante hôte. Elle pénètre dans le tissu racinaire en perforant les cellules grâce à son stylet, et progresse jusqu'à atteindre un vaisseau conducteur de sève. La présence de la larve (3ème et 4ème stade larvaires) induit l'apparition d'une galle fabriquée par la plante, qui l'enveloppe complétement. La dernière mue transforme la larve en adulte sexué. Après l'accouplement, les mâles quittent la racine hôte, alors que les femelles restent dans le tissu racinaire pour pondre de 1 000 à 2 000 œufs englobés, par paquets d'une centaine, dans une gangue gélatineuse qui les maintient groupés. Ces masses d'œufs font saillie à la surface des jeunes racines. **L'œuf est la forme de résistance des nématodes, ils n'éclosent pas tous en même temps, un stock peut se maintenir plusieurs années en latence dans le sol,** dans l'attente de conditions favorables.
La température joue un rôle majeur dans le développement et le cycle des nématodes, en effet des températures élevées accélèrent le cycle (trois semaines à 28°C). Le risque est donc plus élevé pour les cultures entre mars et octobre. Les productions sous abris et dans les zones méridionales sont également plus exposées.
La nature du sol est également un facteur important : les sols légers (sableux, limoneux) sont plus propices à la prolifération des nématodes que les sols argileux et/ou riches en matières organiques.

### Symptômes et conséquences pour la culture

Le système racinaire de la plante attaquée est envahi de galles (jusqu'à un centimètre de diamètre) qui perturbent l'assimilation des nutriments.
Les symptômes sont donc ceux d'un dysfonctionnement racinaire : dépérissement des parties aériennes (chloroses, flétrissement), croissance réduite, fruits petits, de mauvaise qualité... Le plus souvent, ces zones de dépérissement apparaissent par foyers ou en lignes dans la culture ; ces taches (les zones peuplées de nématodes) s'agrandissent d'années en années jusqu'à finalement



C.Mazollier/Grab

▷ *Galles de nématodes sur racines de melon*

204105- Folio : q251 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

couvrir toute la culture. Les chutes de rendement sont rarement sensibles la première année d'infestation car la population de nématodes est trop faible. En revanche, si les cultures sensibles se succèdent pendant deux ou trois ans, la récolte peut se trouver gravement compromise dès la troisième année. Il n'est pas rare d'observer des chutes de rendement de plus de 50 % en maraîchage. Les légumes sont plus ou moins sensibles (▷ **voir tableau 3** ◁) : les cultures les plus sensibles aux nématodes à galles sont la laitue, le melon, le concombre, et l'aubergine et la tomate (en cas d'utilisation de plants francs).

**Tableau 3 – Sensibilité des principales espèces potagères aux nématodes à galles**

| Famille botanique | Espèces peu sensibles | Espèces sensibles | Espèces très sensibles |
|---|---|---|---|
| ▷ Apiacées | ▷ coriandre<br>▷ fenouil<br>▷ panais | ▷ carotte<br>▷ céleri-rave<br>▷ persil<br>▷ céleri | |
| ▷ Astéracées | | ▷ chicorée<br>▷ scorsonère<br>▷ endive<br>▷ artichaut | ▷ laitue |
| ▷ Brassicacées | ▷ chou-rave<br>▷ navet<br>▷ roquette<br>▷ radis<br>▷ choux | | |
| ▷ Cucurbitacées | | ▷ courgette<br>▷ courge | ▷ melon franc et greffé<br>▷ concombre |
| ▷ Alliacées | ▷ ail<br>▷ échalote<br>▷ oignon<br>▷ poireau<br>▷ ciboulette | | |
| ▷ Rosacées | | ▷ fraise | |
| ▷ Solanacées | ▷ aubergine greffée<br>▷ tomate greffée | ▷ piment<br>▷ poivron<br>▷ pomme de terre | ▷ aubergine franc<br>▷ tomate franc |
| ▷ Divers | ▷ betterave<br>▷ mâche | ▷ épinard<br>▷ blette<br>▷ haricot<br>▷ basilic | |

Les données de ce tableau sont indicatives, en effet les sensibilités peuvent varier en fonction de différents facteurs :

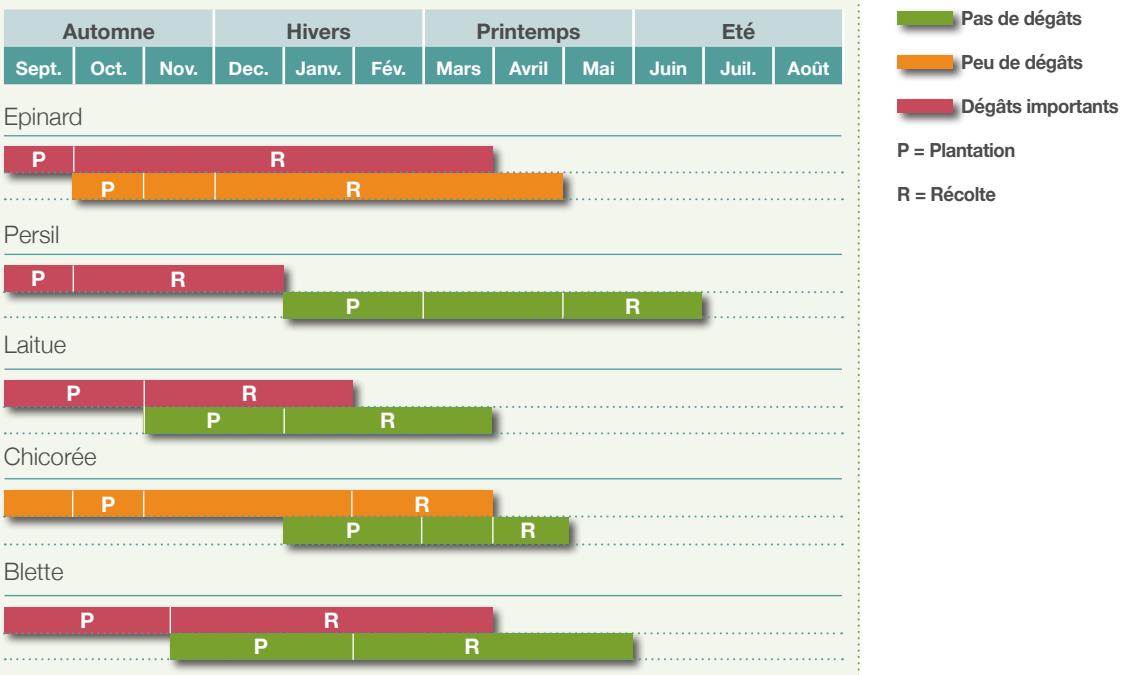
- ▷ le niveau d'infestation des parcelles : dans une parcelle très infestée, la pression exercée sur la culture par les nématodes est élevée et les risques de dégâts sont donc plus importants,
- ▷ les espèces de nématodes présentes : les cultures ont des sensibilités différentes selon l'espèce de nématodes. Par exemple la fraise paraît peu sensible à *M. arenaria,* en revanche elle est sensible à très sensible à *M. hapla* (absent du sud de la France),
- ▷ la durée du cycle de culture : plus une culture met du temps pour arriver à maturité, plus les risques d'attaques et de dégâts seront importants. Les cultures à cycle long sont donc plus vulnérables que celles à cycle court, de

204105- Folio : q252 - Type : qINT-204105 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

même pour les cultures retardées au départ de leur croissance par des facteurs météorologiques défavorables,

- ▹ l'effet variétal : pour une même espèce de légumes, toutes les variétés ne présentent pas la même sensibilité,
- ▹ l'effet du climat : lors des hivers doux ou sous les climats à hivers peu rigoureux, les nématodes restent actifs tout au long de l'hiver, les dégâts d'infestation peuvent être plus importants,
- ▹ le calendrier de production : les cultures mises en place précocement en automne et tardivement au printemps seront plus exposées car les nématodes sont plus actifs aux températures élevées (▹ **voir figure 2** ◃).

**Figure 2 - Effet du calendrier de production sur la sensibilité aux nématodes de cinq espèces cultivées sous abri**




*Source : Grab d'après une enquête menée auprès de producteurs biologiques*

## Méthodes de lutte

Comme pour les taupins, les moyens de lutte sont réduits et **la stratégie doit avant tout être préventive, l'objectif étant de créer des conditions défavorables à l'installation ou à la prolifération des nématodes. Il est en effet très difficile d'assainir un sol fortement contaminé par les nématodes.** Le caractère très polyphage des nématodes (ils s'installent sur les cultures mais aussi à défaut sur les adventices) ainsi que leur capacité à rester en latence sous forme d'œufs pendant plusieurs années compliquent fortement les stratégies de lutte.

### ▹ Prophylaxie

La première mesure à prendre, la plus essentielle, est de mettre en place des rotations longues et diversifiées, dans lesquelles les cultures non-hôtes occupent une place importante. **Idéalement une espèce sensible à très sensible ne devrait pas revenir sur la même parcelle avant quatre ou**

204105- Folio : q253 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:32
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

**cinq années.** Ceci peut être concrètement difficile à réaliser notamment dans les zones méridionales et lorsque les productions sont destinées à des circuits longs. En ce cas, il est primordial d'introduire au moins régulièrement des engrais verts tels que céréales (sorgho, seigle), Brassicacées ou phacélie, qui contribuent à casser le cycle des nématodes (les larves ne trouvent pas d'hôte) et ainsi à réduire les populations (▷ **voir chapitre 1-3** ◁).

Il convient d'être vigilant par rapport aux sources de contaminations extérieures notamment les plants et les terreaux, mais également le matériel de culture. **Il faut utiliser des plants et des terreaux de qualité sanitaire irréprochable** ; les plants doivent être vigoureux et exempts de galles sur les racines. Les matériels ayant servi pour des parcelles contaminées doivent être soigneusement nettoyés.

Les travaux du sol en période estivale peuvent contribuer, dans une certaine mesure, à détruire par dessiccation les larves mobiles et les œufs.

Il est préférable de détruire les adventices qui pourraient servir d'hôtes, notamment pendant les cultures des plantes non-hôtes.

En cours de culture les plantes très atteintes doivent être éliminées et leur système racinaire soigneusement arraché et détruit. A la fin de la culture, sur des parcelles contaminées, il faut arracher au maximum les racines et les détruire.

### ▷ Porte-greffe résistant

L'hybride interspécifique résistant type KNVF (pour Corky root, Nématodes, *Verticillium, Fusarium*) peut être utilisé comme porte-greffe dans les cultures de tomates et d'aubergines. Issu du croisement de *Lycopersicon esculentum* avec *Lycopersicon hirsutum,* cet hybride est résistant aux *Meloidogyne*. L'intérêt est double : d'une part le porte-greffe permet la production de variétés sensibles et d'autre part il assainit le sol car les nématodes sont attirés, pénètrent dans les tissus racinaires mais ne peuvent évoluer en adulte et meurent. Le cycle est coupé. Cette technique est très intéressante pour protéger les tomates et aubergines. Cependant, cette résistance est en voie d'être contournée, des recherches sont en cours pour identifier de nouvelles et plus complexes voies de résistance. Il n'existe pour l'instant pas de porte-greffe résistant pour les Cucurbitacées et autres familles. Le greffage (porte-greffe RS 841: Courge japonaise) ne fait qu'apporter un surcroît de vigueur qui permet aux plants de mieux supporter l'attaque éventuelle des nématodes.

### ▷ Méthodes thermiques

Elles ne doivent être utilisées qu'en dernier recours, car elles sont contraignantes à mettre en place et perturbantes pour l'équilibre microbiologique des sols. Les œufs et les larves de nématodes sont détruits au-delà de 40°C. Pour être efficace, cette température doit être appliquée en profondeur (40 à 50 cm). Seule la désinfection vapeur permet d'atteindre cette température à ces profondeurs (▷ **voir chapitre 2-2** ◁) en utilisant des injecteurs spéciaux qui injectent la vapeur brûlante en profondeur. Cette technique a un coût non négligeable et détruit les communautés microbiennes. Elle entraine également une modification du cycle de l'azote, voire parfois une phytotoxicité dû à un excès d'ammonium ($NH_4^+$) voire, dans certains sols, un relargage de magnésium. La solarisation n'élève la température que dans les 20-30 premiers centimètres du sol, ce qui est insuffisant, mais intégrée de façon régulière dans la rotation, elle semble quand même limiter les dégâts de nématodes.

204105 - Folio : q254 - Type : qINT-19-14-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

▷ **Implantation d'espèces nématicides**

**Certaines plantes ont une activité nématicide naturelle, notamment sur les *Meloidogyne*.** Ces plantes, contrairement aux non-hôtes, attirent les nématodes. Ils pénètrent dans leurs racines mais ne peuvent pas s'y développer (pas de reproduction, pas d'émission d'œufs), elles jouent donc le rôle de pièges. Ces plantes peuvent être introduites en précédent cultural puis, pour certaines, enfouies comme engrais vert. Il s'agit des crotalaires (sous abris, zones méridionales), des tagètes ou œillets d'Inde *(Tagetes minuta),* de certaines variétés de radis fourrager… Lors de la culture de ces plantes nématicides il est important de bien éliminer les adventices (chénopodes, amarantes) qui pourraient servir d'hôtes refuges aux nématodes et ruiner ainsi l'effet de piège.

Intercaler dans les cultures des œillets d'Inde *(Tagetes sp.)* ou des roses d'Inde *(T. erecta),* peut permettre dans une certaine mesure de réduire la pression de nématodes, une partie de la population restant piégée dans les plantes nématicides sans se reproduire.

## *Pour aller plus loin*

*Des essais de combinaison de différentes méthodes de lutte contre les nématodes à galles ont été menés par le Grab pendant plusieurs années, sous abri froid fortement contaminés par* Meloidogyne incognita*. Les résultats montrent que l'association de tourteaux de neem et ricin au printemps, d'un engrais vert l'été et de la désinfection vapeur permet d'obtenir une amélioration de la situation dans les parcelles. Les résultats sont meilleurs dans les parcelles où plusieurs techniques sont combinées, que dans celles où une seule est appliquée. Cependant l'association des techniques testées reste insuffisante pour lutter contre ce ravageur, l'insertion de plantes non hôtes dans la rotation (ex. : fenouil, Alliacées) reste le moyen le plus efficace pour réduire la pression de nématodes.*

▷ **Fertilisation défavorable aux nématodes**

La présence de matières organiques est défavorable aux nématodes, car elles favorisent l'activité des micro-organismes et notamment celle des champignons nématophages naturellement présents dans les sols. **L'application de fertilisants à base de tourteaux de neem** (6 t/ha) **ou de ricin** (2 à 3 t/ha), ou un mélange des deux (2,5 t/ha de chaque), a **une action dépressive sur les nématodes à galles s'ils sont appliqués avant l'implantation d'une culture sensible.** Leurs apports azotés sont suffisants, en revanche des compléments en phosphore et en potasse sont souvent nécessaires.
L'implantation d'engrais vert comme le sorgho ou la phacélie, qui sont non-hôtes et très couvrants (concurrence efficace aux adventices hôtes) participe à réduire la pression des nématodes. L'effet sera amplifié s'ils sont plantés après une culture non-hôte et qu'une culture hôte leur succède.

**ASTUCE**

**Pour optimiser le choix des plantes non-hôtes comme engrais vert, des tourteaux et des variétés cultivées résistantes, il est utile de pratiquer une analyse nématologique préalable afin de connaître l'espèce de nématode concernée.**

204105 - Folio : q255 - Type : qINT-19-14-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



# AUTRES TYPES DE RAVAGEURS (LIMACES, CAMPAGNOLS...)



C.Mazollier/Grab



C.Mazollier/Grab



C.Mazollier/Grab

▷ *Petite limace grise* (Deroceras reticulatum), *grosse limace rouge* (Arion rufus) *et limace des jardins* (Arion hortensis)



C.Mazollier/Grab

▷ *Les œufs de limaces éclosent 2 à 4 semaines après la ponte*

## Limaces et escargots (Mollusques)

Les principales espèces impliquées sont la petite limace grise *(Deroceras reticulatum),* la grosse limace rouge *(Arion rufus)* et la limace des jardins *(Arion hortensis).* Si les deux premières s'attaquent principalement aux feuillages et de préférence aux jeunes pousses, la dernière peut aussi faire des dégâts sur les racines et les tubercules charnus. Les escargots ne font que ponctuellement des dégâts.

### Description

*Deroceras reticulatum* est de petite taille (3,5 à 5 cm), de couleur gris clair, avec des réticulations brunâtres. Elle sécrète un mucus blanc laiteux.
*Arion hortensis* est de couleur noirâtre en s'éclaircissant vers la sole. Son mucus est jaune.
*Arion rufus* est de très grande taille (jusqu'à 15 cm) de couleur rouille-orange. Elle est plus rare dans les parcelles cultivées sauf en bordure de haies et de bois.

### Biologie

Les limaces sont actives tout au long de l'année sauf par temps très sec et/ou très froid. L'activité est maximale lorsque le temps est doux (entre 10°C et 20°C) et humide, c'est-à-dire au printemps et à l'automne. Même par temps sec, les arrosages, notamment en soirée, sont favorables à l'activité des limaces. Elles ont des mœurs crépusculaires voire nocturnes (sauf en cas de pluie). Elles passent la journée à l'abri dans des zones où l'humidité se maintient : sous des pierres, sous des débris végétaux (mulch) ou enfouies à faible profondeur dans le sol.
Les œufs, semblables à des perles blanc translucide, sont pondus au printemps ou à l'automne selon les espèces. Le temps d'incubation est de deux à quatre semaines, voire plus en hiver. Les jeunes limaces semblables aux adultes, mais plus petites et plus claires, sont tout aussi voraces.
Lorsque les conditions climatiques sont favorables, on peut observer de véritables pullulations de *D. reticulatum.*

### Symptômes et conséquences pour la culture

Les limaces consomment les parties les plus tendres des feuilles, laissant les nervures. Les plantules et les jeunes plants (notamment de salades) peuvent être consommés en totalité. Des traces de mucus brillantes et les excréments vert-noirâtre permettent d'identifier sans doute possible les auteurs des dégâts.

### Méthodes de lutte

Les méthodes de lutte concernant les limaces sont également valables pour les escargots.
**De très nombreux auxiliaires se nourrissent de limaces et d'escargots,** il faut favoriser leur installation et les protéger en leur procurant notamment des abris pour la reproduction et l'hivernage. **Il s'agit des mammifères insec-**

204105- Folio : q256 - Type : qINT-204105 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

**tivores tels que les hérissons et les musaraignes, de certains insectes** (carabes, staphylins et vers luisant-lucioles) **et de très nombreux oiseaux** (merles, grives…)

▷ **Prophylaxie**

Il est recommandé d'éliminer ou d'enfouir les résidus de cultures ou les déchets végétaux dans les parcelles, car ils attirent et servent d'abris aux limaces.

Il faut éviter les arrosages le soir. Dans l'idéal, ils doivent être peu fréquents mais abondants et localisés. Attention aux mulchs, il ne faut les mettre en place qu'après l'installation d'un temps chaud et sec, car ils sont propices au développement des limaces en leur fournissant abri et nourriture.

▷ **Lutte directe**

Bien que fastidieux, le ramassage manuel donne de bon résultats, il est possible au préalable de disposer des abris (planches, pierres, plaques de carton ou de moquette), sous lesquels les limaces viendront se mettre à l'abri, il est alors facile et rapide de les récolter. Pour accroître encore le succès de cette opération, il est également possible de les attirer avec des appâts faits de son de blé, farine de maïs et morceaux de courge ou de pomme de terre. Cependant, ce n'est pas réalisable sur de grandes surfaces. Un seul produit molluscicide est à la fois autorisé en AB et homologué en France, il s'agit de l'orthophosphate de fer (▷ **voir chapitre 2-2** ◁). Il agit en coupant l'appétit des limaces et escargots, qui cessent de s'alimenter et se retirent dans leur abri pour mourir. Il est possible soit de le répandre autour des cultures à protéger - en ce cas comme ce produit résiste mal à la pluie, il faut renouveler fréquemment son application - soit de le placer dans des abris faits avec des bouteilles ou des sections de tuyau posés horizontalement.

▷ **Lutte biologique**

Une méthode biologique vient compléter ces moyens de lutte, il s'agit de nématodes *(Phasmarhabditis hermaphrodita)* qui s'attaquent spécifiquement aux limaces et les détruisent, cependant en raison de son coût élevé, il est préférable de réserver cette lutte biologique à de petites surfaces (pépinières par exemple).

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

204105- Folio : q257 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

## Campagnols (Mammifères)

Deux espèces sont principalement responsables des dégâts sur légumes : le campagnol terrestre *(Avicola terrestris)* aussi appelé rat taupier, présent dans les zones de moyenne altitude du Centre et de l'Est, et le campagnol provençal *(Pitymys duodecimcostatus)* uniquement dans la partie sud-est. Dans un écosystème équilibré et diversifié la pression naturelle de leurs prédateurs permet le maintien des populations en dessous des seuils de nuisibilité. Les parcelles maraîchères fréquemment travaillées ne sont pas favorables à l'installation des campagnols. Néanmoins en cas de proliférations (locales ou généralisées, ponctuelles ou plus longues), des dégâts aux cultures de légumes aussi bien en plein champ que sous-abris sont possibles.

### Description - Biologie

Contrairement à celle de la taupe, la galerie débouchant vers l'extérieur de ces deux espèces est oblique et non verticale. Les deux espèces vivent dans des galeries fermées, sortent peu à l'extérieur (sauf pendant la nuit) et ont des activités principalement nocturnes ou crépusculaires.

**Tableau 4 - Comparaison entre les deux espèces de campagnols les plus courantes**

| Nom commun | Campagnol terrestre | Campagnol provençal |
|---|---|---|
| **Nom latin** | *Avicola terrestris* | *Pitymys duodecimcostatus* |
| ▹ **Description** | Dos brun clair à brun foncé plus ou moins nuancé de roux, ventre gris plus ou moins foncé | Corps trapu au pelage brun-jaunâtre. Yeux et oreilles très petits, queue très courte et poilue |
| ▹ **Poids d'un adulte** | 60 à 180 g | 21 à 30 g |
| ▹ **Longueur (sans la queue)** | 12 à 22 cm | 8 à 11 cm |
| ▹ **Reproduction** | Février à octobre | Août à mars |
| ▹ **Nbre de portée/an** | 2 à 4 | 4 à 5 |
| ▹ **Periode de gestation** | 22 jours | 21 jours |
| ▹ **Nbre de petits/portée** | 4 à 6 | 2 à 4 |
| ▹ **Durée de vie maxi** | 24 mois | 18 mois |
| ▹ **Réseau souterrain** | Répartition hétérogène de *tumuli aplatis* | Galeries très sinueuses, nombreux départs de galeries avortés |
| ▹ **Galeries** | Ovales, largeur 6 cm, hauteur 8 à 9 cm | Petites et ovales, largeur 4 cm, hauteur 3 cm |

*Source : Grab, Produire des fruits en agriculture biologique, Ed. Itab*

### Symptômes et conséquences pour la culture

Ils se nourrissent principalement de racines, avec une prédilection pour les Fabacées et les Astéracées notamment artichaut, laitue, chicorée, endive, mais également poireau, céleri, persil, asperge, oignon, melon, légumes-racines (carotte, betterave...) et les porte-graines. Dans tous les cas, les dégâts peuvent être très importants, y compris sous abris : les plantes sont détruites et/ou les légumes endommagés invendables.

204105- Folio : q258 - Type : qINT-204105 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Outre les dégâts directs, le passage d'une galerie le long d'une rangée détruit totalement ou partiellement les racines des plantes, elles flétrissent et meurent. Les dégâts peuvent être graves sur les jeunes plantations.

### Méthodes de lutte

**Les rapaces nocturnes et les renards sont les principaux prédateurs des campagnols** dont ils constituent la base de l'alimentation, notamment pendant leurs périodes de reproduction. Les belettes, hermines mais également les chats harets ou domestiques participent également à la régulation. La première mesure préventive est donc de favoriser la présence de ces prédateurs naturels, d'une part en les protégeant (bannir la chasse et le piégeage des renards et des Mustélidés) et d'autre part en mettant en place des aménagements spécifiques : zones refuges (bois, bosquets, tas de pierres ou de bois) et corridors (haies, murets) pour les mammifères carnivores, conservation des arbres âgés et installation de perchoirs et de nichoirs pour les rapaces.

Les méthodes de lutte directe sont peu nombreuses, il est de toutes façons préférable de prendre des mesures dès l'apparition de dégâts et avant le démarrage d'une éventuelle pullulation.

**Il est possible d'effectuer des piégeages, la méthode est efficace mais fastidieuse et n'est valable que si la densité de la population n'excède pas 50 campagnols par hectare.** Il existe deux types de pièges :

- ▹ pièges à pinces à placer dans une partie rectiligne de la galerie préalablement débouchée (le campagnol viendra reboucher sa galerie et se fera prendre à ce moment-là),
- ▹ pièges « à guillotine » placé perpendiculairement à une galerie.

Après une lutte directe, il faut systématiquement détruire les galeries, en travaillant le sol pour empêcher la recolonisation rapide du milieu par d'autres campagnols.
Le tourteau de ricin utilisé comme amendement aurait un effet répulsif contre les campagnols. Sous forme de poudre ou en granulés, il faut l'épandre sur le sol autour des cultures à protéger. Il peut également être incorporé superficiellement au moment du semis ou de la plantation. Son effet est limité dans le temps, il faudra donc renouveler l'application au moins deux fois par an.

**ATTENTION**

**Les campagnols sont vecteurs de maladies, il est prudent d'utiliser des gants lors des opérations de piégeage.**

### *La taupe, auxiliaire ou ravageur ?*

*La taupe est un animal insectivore, qui passe toute sa vie sous terre. Elle se nourrit de vers de terre mais également de nombreuses larves d'insectes nuisibles : taupins, hannetons, noctuelles, courtilières... elle est à ce titre particulièrement utile. Ses galeries jouent également un rôle important en favorisant la circulation de l'air et de l'eau dans le sol. Enfin elle participe au renouvellement des sels minéraux du sol de surface, en remontant de la terre profonde. Elle ne s'attaque pas directement aux cultures, en revanche elle est responsable de quelques dégâts collatéraux. En effet, si elle préfère les prairies et pelouses et les terres plutôt argileuses (les terres sableuses ne sont pas propices à la construction de galeries), elle peut s'aventurer aussi dans les parcelles maraîchères où la terre humide et la richesse en matière organique attirent ses proies. Pour cette raison, ses galeries longent souvent les rangées de légumes, endommageant les racines et pouvant provoquer la mort de quelques plants. Cependant ces dégâts restent le plus souvent limités et ne justifient pas de la détruire.*



*A. Coulombel*

▹ *Taupinière*

204105- Folio : q259 - Type : qINT-20140505 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# SOURCES

## Livres et publications


- Adalia. 2008. **Les ravageurs du poireau.** Fiche technique n°17. Ed. Adalia
- Belliard E. 2001. **Ennemis communs aux cultures légumières.** N°1 et 2. Fiche Techn'Itab. Ed. Itab
- Arrufat A. (CivamBio 66). 2008. **Prévention contre les nématodes à galles : 10 ans d'expérimentation.** Actes des journées techniques Grab-Itab Montpellier
- Arrufat A., Dubois M, 2006. **Prévention contre les pathogènes du sol en cultures sous abris : rotations, engrais verts, solarisation.** Alter agri n°77, 13-15
- Beckmann A. et Temmerman F. (Inagro) 2011. **La maîtrise des ravageurs en choux bio.** Actes Tech&Bio
- Bellmann H. **Quel est donc ce papillon ?** Guide nature Nathan. Ed. Nathan
- Bertrand C. 2001. **Lutter contre les nématodes à galles en agriculture biologique.** Ed. Itab
- Bosse-Platière A. **Les vers gris, noctuelles terricoles.** http://www.terrevivante.org/527-les-vers-gris-noctuelles-terricoles.htm. Ed. Terre Vivante
- Bouchery Y. (Inra). 2005. **La mouche mineuse du poireau Phytomyza gymnostoma : biologie et lutte.** Actes des journées techniques Grab-Itab Beaune. Ed. Itab
- Bulletin de santé du végétal. 2011. n°9. Région Centre
- Dedryver CA (Inra). Robin N., Taupin P., Thibord JB. (Arvalis-Institut du Végétal). 2009. **Lutte contre les taupins : Etat des recherches et des connaissances techniques en France et dans l'U.E.** Voies de recherche à privilégier. Ed. Inra
- Delattre P. (Inra). 2001. **Gestion des campagnols en verger biologique.** Actes des journées techniques Grab-Itab Bouvines. Ed. Itab
- Dijan-Caporalino C. (Inra). 2008. **Des pistes pour gérer les nématodes à galles.** Actes des journées techniques Grab-Itab. Montpellier
- Fredon Ile de France. 2007. **Phytomyza gymnostoma : mouche mineuse des Allium.** Fiche technique. Ed. Fredon Ile-de-France
- Grab : Rapports d'expérimentation annuels depuis 1998. Ed. Grab
- Interreg II France-Wallonie-Flandres. 2005. **Fiche technique Mouches blanches (Aleurodes).** Ed. CEHW. Consultable en ligne sur www.walhorti.com
- Jansen JP. (CRA-W). **Lutte contre les taupins en pomme de terre.** Ed. CRA-W
- Itab – Fredec Centre. 2003. **Maladies et ravageurs de la laitue et de la chicorée à salade.** Fiche Techn'Itab. Ed. Itab
- Lambion J. (Grab), Sarthou JP. (ENSAT-Inra), Warlop F. (Grab). 2009. **Favoriser les auxiliaires naturels en agriculture biologique.** Fiche n°3 Santé. Ed. RMT DévAB. www.devab.org
- Lambion J., Taulet. A, Traentle M. (Grab). 2006. **Protection phytosanitaire en culture de pomme de terre biologique.** Fiche n°2 Ed. Techn'Itab
- Legrand M. (Fredon NPdC), Delanote L. (PCBT), Ducatillon C. (Carah), Grebert D. (PLRN). **Comment lutter contre la teigne du poireau en agriculture biologique ?** Ed. Vetabio
- Legembre J. 2007. **La teigne des Crucifères.** Fiches techniques. Ed. SRPV Haute Normandie
- Legembre J. 2007. **La mouche de la carotte.** Fiches techniques. Ed. SRPV Haute Normandie
- Legembre J. 2008. **Les auxiliaires contre la mouche du chou.** Fiche techniques. Ed. SRPV haute Normandie
- Mazollier C. (Grab). 2001. **Les Lépidoptères ravageurs des légumes biologiques.** N°1 et 2. Fiche Techn'Itab. Ed. Itab
- Mazollier C. (Grab). 2003. **Acariens phytophages en maraîchage biologique : quelles méthodes de lutte biologique.** Actes des Journées techniques Grab-Itab Perpignan. Ed. Itab
- Mazollier C (Grab). 2004. **La brumisation contre les acariens en maraîchage biologique.** Intervention aux rencontres du végétal –Angers- Ed. INH
- Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario. **Fiche technique pyrale du maïs.** Ed. Omafra
- Muséumd'HistoireNaturelle.2007.**«Mouches». L'expo qui fait mouche !** Dossier de presse www.mnhn.fr/museum/front/medias/dossPresse/9310_DP-mouches.pdf
- Pommier JJ. (Ciref). 1998. **Lutte contre le thrips. La brumisation sur fraisier.** Ed. Arboriculture fruitière n°513

204105- Folio : q260 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black


- RMT DévAB. 2009. **Légumes biologiques : combiner techniques culturales et observations.** Fiche n°4. Axe 1 Production
- Rey F. (Itab) et Icard C. (Ctifl). 2008. **Compte rendu de la réunion du groupe de travail national légumes biologiques.** www.itab.asso.fr/itab/gt-maraich.php
- Védie H. et Taulet A. (Grab). 2004. **Les taupins, des ravageurs coriaces !** Alter Agri n°67. Ed. Itab
- Sileban. 2010. **Les Noctuelles sur culture de salades.** Fiche technique Interreg IV VegeDurable. www.jardinsdenormandie.com
- Védie H. et Aïssa-Madani C. (Grab). 2008. **Quelles plantes insérer dans la rotation pour diminuer les populations de nématodes à galles ?** Actes des journées techniques Grab-Itab Montpellier
- Védie H. 2008. **Combinaison de moyens de lutte contre les nématodes à galles.** Actes des Rencontres techniques légumes Itab-Ctifl Arras
- Villeneuve F. (Ctifl), Legrand M. et Roy G. (Fredon NPdC). 2007. **La protection contre la mouche de la carotte en agriculture biologique. Quels moyens ?** Actes Journées technqiues Grab-Itab Caen
- Weill A.et Duval J. 2009. **Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée.** Ed. Equiterre
- Werling BP. (2004). **Onion maggot (Delia antiqua) adult activity and oviposition in New York onion fields : implication for management.** Thèse de l'Université de Cornell. US


## Bases de données et sites web

- www.inra.fr/hyppz
- http://insectes-net.fr/
- www.ecosociosystemes.fr/dipteres.html
- www.unip.fr/pois/ravageurs/tordeuses.html
- http://draaf.haute-normandie.agriculture.gouv.fr/Cultures-Legumieres
- www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/97-020.htm
- http://ephytia.inra.fr/
- www.fruits-et-legumes.net/revue_en_ligne/point_sur/fich_pdf/PointSurMR3-MoucheCarotte.pdf
- www.walhorti.com

# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**

- Monique Jonis (Itab)

**Relecture**

- Blaise Leclerc, Marie-Laëtitia Melliand, Aude Coulombel, Mathieu Conseil (Itab)
- Rémi Bonnaure (Iteipmai)
- Emmanuel Bué (Gab 29)
- Christophe Cardet, Rosalie Dutertre et Maelle Krzyzanowski (CDDL49, Chambre d'Agriculture Maine)
- Jérôme Lambion (Grab)
- Christian Icard (maraîcher dans la Drôme)

204105 - Folio : q261 - Type : qINT-19-04-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# 2-4 PRINCIPALES MALADIES DES LÉGUMES



**ATTENTION**

**Ne sont traitées dans ce chapitre que les maladies communes à plusieurs espèces de légumes, celles spécifiques d'une espèce sont traitées dans le tome 2, dans les fiches espèces correspondantes.**

**En production maraîchère, les conditions de production sont souvent relativement intensives, notamment sous abris : fertilisation, irrigation, fréquence dans les rotations d'espèces d'une même famille botanique… sont propices au développement de maladies. Elles peuvent être fongiques, bactériennes ou virales et concernent aussi bien les organes aériens que les organes souterrains.**

**Comme pour les macro-organismes, les relations entre les micro-organismes du sol, mais également à la surface et dans les organismes vivants, sont régies par des équilibres complexes. La prolifération d'une espèce aux dépens des autres est la conséquence d'une perturbation (plantation, repiquage, opérations culturales, blessures…) et/ou de conditions internes et/ou externes (température, humidité, carence ou excès en nutriment, monoculture, densité trop élevée…) qui vont favoriser le pathogène au détriment de l'hôte. Soit l'équilibre se rétablit naturellement, soit une intervention extérieure est nécessaire pour rétablir des conditions défavorables au pathogène ou pour le détruire directement. Les méthodes de lutte directe contre les maladies sont extrêmement réduites en agriculture biologique, la prévention et la gestion globale du système doivent être les moyens privilégiés pour maintenir les équilibres et éviter ainsi les proliférations de pathogènes.**

**Les cultures de légumes sont également menacées par des maladies virales, le plus souvent transmises par un insecte piqueur-suceur (puceron, aleurode ou thrips). La lutte contre ces viroses passe donc par la maîtrise de leur vecteur, pour les méthodes de lutte il faut donc se reporter au ▷ chapitre 2-3 ◁ concernant les ravageurs.**

## *En résumé*

*Les maladies des légumes sont causées soit par des champignons, soit par des bactéries, soit par des virus.*

***Champignons des parties aériennes :***

- ▷ *Mildious. Prophylaxie : rotations longues, fertilisation azotée correctement dosée, variétés tolérantes ou résistantes, effeuillage, plants sains. Lutte directe : cuivre.*
- ▷ *Oïdiums. Prophylaxie : mêmes conseils que pour les mildious. Lutte directe : soufre, bicarbonate de potassium, huile essentielle d'orange douce.*
- ▷ *Anthracnose, Alternariose, Botrytis : méthodes préventives uniquement.*

***Champignons telluriques :***

- ▷ *Sclérotinia (« pourritures blanches »). Prophylaxie : rotations, travail du sol, variétés. Lutte directe : champignon antagonistes.*
- ▷ *Fusariose, Verticiliose, Rhizoctone brun : méthodes préventives uniquement.*
- ▷ *Fonte des semis (complexe de plusieurs champignons) : méthodes préventives uniquement.*

***Bactéries pathogènes :*** *essentiellement* Pseudomonas sp. *et* Xanthomonas sp. *Prophylaxie : semences et plants sains. Lutte directe : cuivre.*

***Viroses :*** *les virus sont transmis aux plantes par l'intermédiaire d'un vecteur, le plus souvent un insecte piqueur-suceur (puceron, aleurode, thrips). Méthodes préventives uniquement : semences et plants sains, variétés tolérantes ou résistantes, lutte contre les insectes vecteurs.*

204105- Folio : q262 - Type : qINT - 20-04-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

# CHAMPIGNONS

## Champignons des parties aériennes

### Mildious

Ce terme générique recouvre plusieurs pathogènes, spécifiques d'une famille botanique voire d'une espèce. Les principaux sont le mildiou des Solanacées *(Phytophthora infestans),* celui des Cucurbitacées *(Pseudoperonospora cubensis),* de la laitue *(Bremia lactucae)*[1]*,* du poireau *(Phytophthora porri),* de l'oignon *(Peronospora destructor)* de l'épinard *(Peronospora farinosa)* et du pois *(Peronospora pisi).* Il s'agit néanmoins toujours de champignons s'attaquant préférentiellement au feuillage, et pouvant conduire, si les conditions sont favorables, à la destruction totale et rapide de la plante. En agriculture biologique il n'existe pas de méthodes curatives, il faut donc se focaliser sur la prophylaxie et la lutte préventive.

#### Mildiou des Solanacées *(Phytophthora infestans)*

**Ce sont les pommes de terre et les tomates qui sont principalement menacées par cette maladie,** même si les poivrons et les aubergines peuvent également être touchés. Cette maladie, introduite en Europe dans le milieu du 18ème siècle, a conduit les Irlandais à la famine et à l'exil. **Son développement est foudroyant et la destruction des cultures est totale si aucune mesure de lutte n'est rapidement prise.**

▷ **Description de la maladie**

*P. infestans* a besoin pour se développer de conditions de températures douces, comprises entre 17 et 20°C, et d'humidité. Les spores ne peuvent germer qu'en présence d'un film d'eau persistant quelques heures à la surface des feuilles : rosée, brouillard, pluie. Le climat océanique est donc propice au développement de cette maladie. Une succession d'épisodes humides et assez chauds à caractère orageux est très favorable au développement et à la propagation de la maladie. En revanche, des températures supérieures à 30°C et/ou un épisode sec bloquent son développement.

Le mildiou se conserve dans le sol sous forme d'oospores sur des tubercules de pomme de terre contaminés restés dans le sol. En germant, ces tubercules donnent des pieds contaminés sur lesquels se développe le mildiou (contaminations primaires). Le champignon émet alors des spores (visibles sous forme d'un duvet grisâtre au revers des feuilles atteintes) disséminées par le vent, les insectes et le matériel agricole sur de longues distances (plusieurs kilomètres), et contaminant ainsi les autres cultures de Solanacées des alentours (contaminations secondaires).



*R. Corbière/Inra Rennes*

*Symptômes de mildiou sur tige de pomme de terre*



*Inra*

▷ *Dégâts de mildiou sur tubercule de pomme de terre*

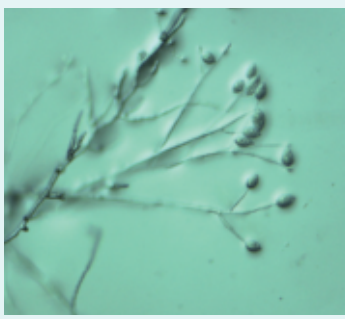
1- *Bremia étant spécifique de la laitue, il est traité dans la fiche consacrée à cette espèce (voir tome 2)*

204105 - Folio : q263 - Type : qINT-19-04-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blackta



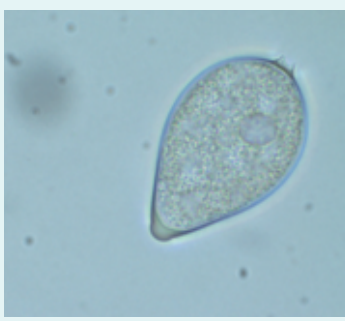
R. Corbière/Inra Rennes

▷ *Plante infectée (début d'attaque)*



R. Mabon/Inra Rennes

▷ *Sporangiophores*



R. Mabon/Inra Rennes

▷ *Sporange*

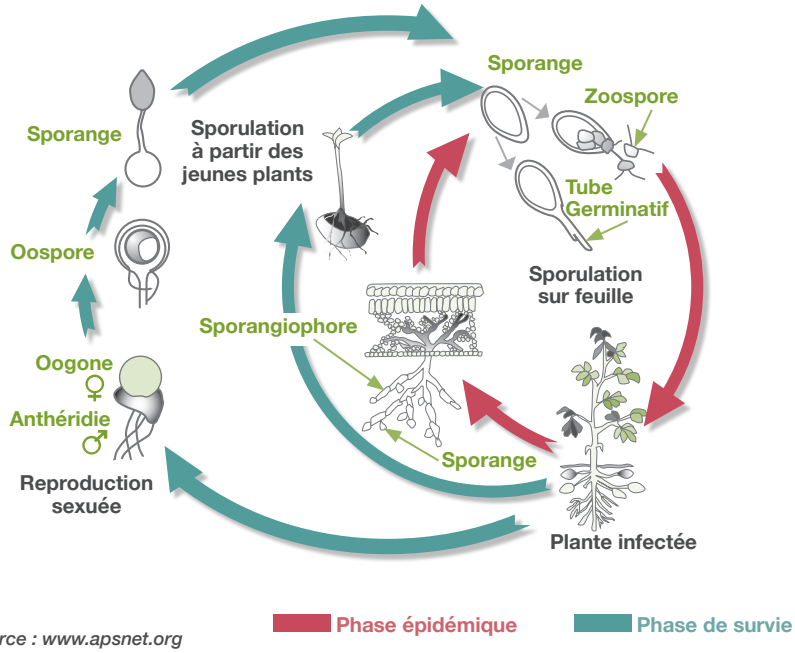


R. Corbière/Inra Rennes

▷ *Oospore*

**Figure 1 - Cycle de multiplication du milidou**

**L'épidémie de milidou se réalise par succession de cycles de multiplication :**




*Source : www.apsnet.org*

▷ **Symptômes – dégâts**

**Le mildiou apparaît sur les parcelles par foyers isolés, préférentiellement dans les zones les plus humides, les plus ombragées, les moins ventilées et où la végétation est dense.** Si les conditions climatiques sont favorables, les foyers s'étendent et très rapidement l'ensemble de la parcelle est atteint voire détruit. Tous les organes aériens (feuilles, tiges, collets, fruits) et les tubercules peuvent être atteints, même si les premiers symptômes se manifestent d'abord sur le feuillage.

▷ **Sur les feuilles,** la maladie se déclare sur la face supérieure par des tâches sombres, d'aspect huileux, aux contours mal définis. Sur les feuilles de pomme de terre, ces taches sont auréolées de vert clair, voire de jaune. Sur la face inférieure, une tâche grise et duveteuse (fructification du champignon) apparaît. Puis les taches s'agrandissent et le centre se dessèche. La feuille atteinte se recroqueville et meurt ;

▷ **Sur les tiges** ou les pétioles, des taches marron se développent, elles s'allongent et entourent rapidement la tige. Le centre évolue vers une nécrose qui cause à terme la cassure de la tige ou du pétiole ;

▷ **Les fruits** peuvent être touchés à n'importe quel stade. Des taches brunes apparaissent, elles s'élargissent et prennent un aspect marbré. Les fruits mûrs pourrissent, les verts tombent.

▷ Sur **les tubercules** de pommes de terre, des taches brunes se développent sur l'épiderme et dans le tubercule et s'étendent en profondeur sous forme de marbrures couleur rouille avec une texture fibreuse ou granuleuse.

204105 - Folio : q264 - Type : qINT-19-14-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

D'autres champignons ou des bactéries peuvent alors s'installer secondairement, hâtant la pourriture des tubercules touchés par le mildiou. Des tubercules mildiousés, même très légèrement, ne se conservent pas.

Lorsque l'attaque est précoce et/ou les conditions météorologiques favorables, les plantes sont rapidement détruites et il n'y a pas de récolte. Si l'attaque est plus tardive, les rendements sont réduits, les fruits sont de mauvaise qualité et les tubercules ne se conservent pas.

## Mildiou des Cucurbitacées *(Pseudoperonospora cubensis)*

**Les melons et les concombres sont les espèces les plus sensibles,** dans une moindre mesure les courgettes, courges et autres citrouilles peuvent également être atteintes. **Le micro-climat des serres est propice au développement du mildiou** mais il peut aussi sévir en plein champ si les conditions météorologiques lui sont favorables.

▷ **Description de la maladie**

Les spores de *P. cubensis* sont disséminées par le vent, les courants d'air, les insectes (notamment pollinisateurs et ravageurs) et les gouttes d'eau. Elles germent lorsque l'humidité relative est de 100% et les températures comprises entre 10 et 25° C. Ce mildiou résiste bien aux températures élevées (jusqu'à 38°C). **En plein champ, les orages d'été accompagnés de fortes précipitations et de températures élevées sont très favorables aux explosions de mildiou.**

▷ **Symptômes – dégâts**

Des taches huileuses angulaires délimitées par les nervures apparaissent sur les feuilles. Elles sont d'abord vert clair puis jaunissent pour enfin se dessécher. Au revers des feuilles, les taches présentent un feutrage[2] gris-brun. Les taches s'étendent, puis les feuilles se dessèchent et meurent.

Les fruits sont rarement touchés directement mais ceux issus de plants atteints (s'ils survivent) sont généralement plus petits que la normale et déformés. Ils sont sensibles à l'échaudage[3], ce qui réduit leur qualité marchande. Ils sont souvent moins goûteux (ex. : melons peu sucrés), le mildiou ayant altéré les capacités de photosynthèse de la plante. Les courges et citrouilles issus de plants mildiousés se conservent moins bien et moins longtemps.

Le mildiou est particulièrement dangereux pour les concombres, qui apprécient les mêmes conditions de développement que le mildiou. **En agriculture biologique les moyens de lutte sont réduits et il n'existe pas de variété de concombre résistante ou tolérante, les attaques peuvent être foudroyantes et la culture totalement détruite en quelques jours.** Il convient d'être très vigilant par rapport à la pratique de brumisations fréquentes qui favorise le mildiou. **Il est préférable d'utiliser du matériel spécifique qui mouille peu le feuillage plutôt que des asperseurs.**



C. Mazollier/Grab

▷ *Dégâts de mildiou sur feuille de concombre*



C. Mazollier/Grab

▷ *Dégâts de mildiou sur melon de plein champ*

2 - *Feutrage : couche, ayant un peu l'aspect du feutre, constituée par le mycélium et/ou les fructifications d'un champignon, et qui recouvre les organes de la plante atteinte par ce champignon*

3 - *Echaudage : maladie physiologique de la conservation des fruits, qui se caractérise par des taches brunes sur l'épiderme, la chair sous ces taches peut également être altérée (structure, couleur, goût). Selon les espèces (melon, poivron…), certaines variétés sont plus sensibles que d'autres et des facteurs comme un excès de soleil, des maladies ou des carences nutritionnelles jouent un rôle aggravant.*

204105- Folio : q265 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## Mildious des Alliacées

*(Peronospora destructor et Phytophtora porri)*

Ces mildious s'attaquent uniquement aux espèces de la famille des Alliacées, le premier s'installe préférentiellement sur l'oignon, l'échalote et l'ail alors que le second concerne surtout le poireau et la ciboulette. Néanmoins, ils ne sont pas spécifiques et chacun peut quand même contaminer les espèces voisines. La présence en permanence d'Alliacées sur les fermes en vente directe favorise le maintien des souches de mildiou qui attendent les conditions favorables pour exploser. Dans ce contexte, la gestion préventive de ce champignon sur Allium au printemps est un point essentiel pour la réussite de leur culture. La biologie, les symptômes et les conséquences de ces deux champignons sur les cultures sont similaires.

### ▷ Description - Biologie

Le mildiou apparaît d'abord par foyers isolés dans la parcelle, puis se répand si aucune intervention n'est réalisée. Comme les autres mildious, ils ont besoin d'humidité pour se développer, mais se contentent de températures plus basses (4°C à 25°C pour *P. destructor* et 1°C à 25°C pour *P. porri*). Les températures optimales pour la sporulation, la germination des spores puis la pénétration dans la plante hôte sont de 11°C et 13°C pour *P. destructor* et de 17°C pour *P. porri*. Les champignons se maintiennent d'une année sur l'autre dans les résidus de culture, mais également dans les bulbes : les repousses contaminées seront à l'origine des contaminations primaires de l'année suivante. Les spores ainsi émises pourront infester d'autres cultures d'oignons ou d'autres Alliacées (ail, échalote).

### ▷ Symptômes et dégâts

Si l'attaque intervient sur des jeunes plants, leur croissance est stoppée, ils restent nains, chlorotiques, avec des lésions.

Si la contamination intervient plus tardivement sur des plantes mieux développées, des tâches allongées apparaissent sur les feuilles. Elles sont jaunâtres sur l'oignon et blanchâtres, localisées à la marge et au bout des feuilles pour le poireau. Les organes atteints flétrissent et/ou se cassent sous l'action du vent. Les oignons mildiousés se conservent mal, ils sont plus sensibles aux attaques par les pourritures. Pour les poireaux, si l'attaque est importante ils sont invendables, si elle est de plus faible intensité les feuilles atteintes peuvent être éliminées au parage, néanmoins ces poireaux mildiousés ont tendance à faner plus vite que les autres.

204105- Folio : q266 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## Méthodes de lutte contre les mildious

Bien qu'appartenant à des espèces différentes tous ces mildious ont des biologies proches. Les méthodes de lutte sont similaires et peuvent s'appliquer à toutes les cultures touchées par ces maladies.

### Prophylaxie

La première des mesures préventives est **le respect de rotations longues (trois ou quatre ans avant le retour sur une parcelle d'une plante de la même famille botanique).** Il faut, dans la mesure du possible, également tenir compte des précédents sur les parcelles voisines, notamment dans le cas des pommes de terre et des oignons, dont les repousses à partir de tubercules ou de bulbes oubliés sont sources de contaminations primaires.

**Le feuillage des plantes doit rester mouillé le moins longtemps possible.** En plein champ, il faut donc privilégier les parcelles bien ventilées, ensoleillées tôt le matin, où l'humidité ne stagne pas, ainsi que des systèmes d'irrigation qui ne mouillent pas le feuillage ou alors **effectuer les arrosages de façon à ce que le feuillage reste humide le moins longtemps possible**. Pour les productions sous abris (concombre, tomate), il faudra veiller au contrôle du micro-climat des serres, en réduisant l'hygrométrie et en favorisant la ventilation. Cette dernière sera également améliorée en réduisant les densités de semis voire celle de la végétation, par des effeuillages et des tailles.

**La fertilisation azotée doit être correctement dosée,** en effet les plantes très vigoureuses ou avec un développement végétatif excessif sont plus sensibles au mildiou.

Lorsqu'elles existent, **il faut choisir des variétés tolérantes ou peu sensibles** et éventuellement réserver les parcelles les moins propices au développement du mildiou aux variétés les plus sensibles.

Pour les variétés avec un feuillage abondant ou un développement important (ex. : tomate à port indéterminé ou non palissée), il est préférable de **réduire les densités de plantations,** d'orienter les rangs dans le sens du vent afin de favoriser la ventilation. En culture sous abri, il faut **réaliser un effeuillage important** des plantes au-dessus du premier bouquet.

Dès leur repérage, **les feuilles portant les premiers symptômes doivent être éliminées** (brûlées ou soigneusement compostées), voire le pied tout entier.

A l'automne, il faut détruire par un compostage soigné ou par brûlage (si c'est possible) tous les résidus et déchets de récoltes. Surtout pour *P. infestans* et *P. destructor,* il faut éliminer toutes repousses éventuelles dans les parcelles ayant porté des pommes de terre, des oignons ou des échalotes l'année précédente car elles sont sources de contaminations primaires.

I**l faut utiliser des plants et bulbilles sains** (certifiés si possible, même si cette certification porte essentiellement sur les viroses). Pour les bulbilles d'oignon, l'échalote ou l'ail, un traitement à la chaleur (thermothérapie) permet d'éliminer les éventuelles spores de mildiou présentes avant la plantation.

204105 - Folio : q267 - Type : qINT-19-14-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bagekta

### Pour aller plus loin

*Pour les pommes de terre, les risques de contamination des tubercules à partir du feuillage peuvent être réduits si la plantation est assez profonde et que la butte est suffisamment étroite et pentue pour permettre à l'eau de pluie de s'écouler facilement. En effet, la contamination des tubercules se fait par le ruissellement de l'eau de pluie chargée de spores après son passage sur des feuilles atteintes. Les tubercules les plus exposés sont ceux qui se trouvent près de la surface. Un paillage peut permettre de limiter les dégâts.*

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

## Avertissements agricoles et surveillance

Les informations données par les BSV (Bulletin de santé du végétal) se basent à la fois sur le fonctionnement de modèles prévisionnels paramétrés avec les données *in situ* (relevés météorologiques et repérage des contaminations primaires) et des observations sur le terrain. Lorsqu'ils existent, ils donnent de précieuses indications pour connaître les présences des premiers symptômes sur le plan régional et ainsi avoir une vigilance accrue au niveau des parcelles pour déclencher si besoin des applications préventives tout en adaptant les cadences et les doses.

En parallèle, il est primordial d'effectuer une surveillance constante des parcelles, particulièrement lorsque les conditions de température et d'humidité sont favorables et que des contaminations primaires ont été signalées. Il est en effet essentiel de repérer les premières contaminations secondaires pour ajuster les traitements et éviter une propagation rapide de la maladie.

## Lutte directe

**Le seul fongicide autorisé en agriculture biologique et efficace contre les mildious est le cuivre** (▹ **voir chapitre 2-2** ◃). **Néanmoins, il agit essentiellement en préventif, il faut donc protéger les plantes avant l'apparition des premiers symptômes,** d'autant que ceux-ci ne se manifestent que plusieurs jours après l'infection. Ce sont les ions $Cu^{++}$ qui empêchent la germination des spores à la surface des feuilles. Cependant dès que le mycélium* a pénétré dans les tissus de la plante, le cuivre ne peut plus agir.

C'est un produit de contact, dont les quantités applicables sont limitées, il convient donc de :

- ▹ vérifier la qualité de pulvérisation afin d'optimiser l'efficacité du traitement,
- ▹ commencer les traitements dès que le mildiou apparaît dans le voisinage ou que les conditions météorologiques sont favorables au champignon,
- ▹ fractionner les doses, quitte à augmenter les cadences de traitement si besoin,
- ▹ ne traiter qu'en période à risque (avertissements, météo) et en préventif (c'est-à-dire avant un épisode pluvieux ou juste après s'il est possible de rentrer sur la parcelle),
- ▹ renouveler le traitement après un lessivage par la pluie ou une irrigation continue supérieure à 20 mm ou de plus de 25 mm cumulés,
- ▹ en période de croissance des plantes et s'il y a des risques (même faibles) effectuer des traitements réguliers afin de protéger les parties nouvellement poussées. Une cadence de traitement de tous les six jours est conseillée pour contrer les cycles de sporulation.

Les nombreux essais et expérimentations visant à trouver des alternatives au cuivre ou à réduire les doses, n'ont pas permis d'identifier de substance de substitution, mais ils ont montré qu'il était possible d'en réduire les doses (▹ **voir chapitre 2-2** ◃).

Sous abris, les applications de soufre à dose réduite contre l'oïdium des Cucurbitacées (notamment concombre) ont des effets secondaires positifs contre le développement du mildiou.

**ATTENTION**

**En l'absence ou en cas de mesures prophylactiques insuffisantes, et/ou de conditions météorologiques favorables à la maladie, et/ou d'interventions trop tardives, le cuivre ne permet pas de contrôler la maladie de façon satisfaisante et d'éviter des pertes de récolte qui peuvent être importantes. C'est particulièrement le cas si l'attaque survient alors que la culture est encore jeune (phase active de croissance foliaire).**

** Voir glossaire*

204105- Folio : q268 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Oïdiums

Comme pour le mildiou, l'oïdium – aussi appelé « maladie du blanc » - est un nom générique qui recouvre un grand nombre de champignons, plus ou moins spécifiques d'une famille botanique. Ils sont très difficiles sinon impossibles à distinguer au champ. Pour chaque espèce d'oïdium, il existe plusieurs races qui présentent des virulences différentes selon les espèces et les variétés de plantes hôtes.

Néanmoins, les symptômes et les méthodes de lutte sont sensiblement les mêmes quelle que soit l'espèce d'oïdium. Les oïdiums touchent principalement le feuillage.

La plupart des espèces de légumes peuvent être touchées par les oïdiums (▷ **voir tableau 1** ◁), mais les Brassicacées, les Alliacées ou la mâche peuvent également être atteintes si les conditions sont favorables au champignon.

**Tableau 1 - Quelques espèces de légumes et leur(s) agent(s) pathogène(s) de l'oïdium**

| Hôtes | Principaux agents de l'oïdium | Variétés résistantes |
|---|---|---|
| ▷ **Artichaut** | ▷ *Leveillula taurica* | non |
| ▷ **Piment, poivron** | ▷ *Leveillula taurica* | non |
| ▷ **Carotte, persil** | ▷ *Erysiphe heraclei* | non |
| ▷ **Cucurbitacées :** *melon, concombre, courgettes, courges…* | ▷ *Sphaerotheca fuliginosa* plutôt en plein champ<br>▷ *Erysiphe cichoracearum* surtout sous abris<br>▷ *Leveillula taurica* | Des variétés résistantes existent mais les résistances ne sont pas stables vis-à-vis de la maladie |
| ▷ **Fraisier** | ▷ *Podosphaera aphanis* | non |
| ▷ **Pois** | ▷ *Erysiphe polygoni*<br>▷ *Erysiphe cichoracearum* | non |
| ▷ **Tomate** | ▷ *Leveillula taurica*<br>▷ *Oïdium neolycopersici* | Quelques variétés existent |

*Source : Grab*

Si les variétés résistantes sont rares, il existe quand même des différences de sensibilité, il est donc important de considérer ce critère lors des choix variétaux, particulièrement si la parcelle se trouve dans une zone propice au développement de l'oïdium.

### Description - Biologie

Certains oïdiums, notamment *E. cichoracearum* et *E. heraclei,* se développent lorsque l'hygrométrie est peu élevée. Ils apparaissent l'été et lors des printemps et des automnes chauds et secs. D'autres comme *L. taurica* et *S. fuliginosa* préfèrent des hygrométries élevées. Il semble que l'alternance de nuits fraîches avec des températures diurnes élevées source de condensation et de rosées matinales, soit ainsi favorable au développement des oïdiums. Les températures optimales de développement sont comprises entre 23°C et 30°C selon les espèces. Les oïdiums se développent aussi bien en plein champ que sous abris. Les spores (conidies) sont disséminées par le vent et/ou les courants d'air.

204105- Folio : q269 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigchata



M. Jonis

▷ *Taches d'Oïdium sur courge*

### Symptômes – Dégâts

Les attaques d'oïdium peuvent intervenir à n'importe quel stade de la plante.

Quelles que soient les espèces d'oïdium, ses manifestations sont toujours les mêmes : sur les feuilles, les faces inférieures et supérieures se couvrent de taches caractéristiques blanches et poudreuses. Elles finissent par envahir l'ensemble du limbe, des pétioles et des tiges. En cas de forte attaque, le feutrage blanc peut être parsemé de points noirs correspondant à des cléistothèces[4]. Cette maladie engendre des pertes de rendement pouvant être importantes, notamment lorsqu'elle apparaît précocement, mais elle est surtout à l'origine d'une baisse de qualité des fruits et de l'avortement des fleurs et des jeunes fruits.

## Méthodes de lutte contre les oïdiums

Comme pour les mildious, il n'existe pas de méthode de lutte différenciée selon les espèces d'oïdium, elles ont en effet des biologies assez voisines. Ces méthodes doivent être combinées pour obtenir une protection satisfaisante.

### Prophylaxie

Il existe peu de moyens de lutte mais **les mesures prophylactiques déjà préconisées contre le mildiou sont également valables** à savoir :

- ▷ choisir des variétés peu sensibles, tolérantes ou résistantes quand elles existent (▷ **voir tableau 1** ◁),
- ▷ vérifier la qualité des plants à la plantation et écarter ceux déjà contaminés,
- ▷ éviter les excédents azotés et les excès d'humidité, privilégier les amendements organiques de fond plutôt que les apports d'azote rapidement minéralisable
- ▷ favoriser l'aération des abris et choisir des parcelles bien ventilées, adapter la densité de plantation et éviter des densités de plantations trop élevées propices à la stagnation de l'air et de l'eau et à la transmission rapide de la maladie,
- ▷ dès les premières tâches, supprimer et détruire les feuilles atteintes. En fin de saison détruire soigneusement les pieds ayant été atteints, même tardivement,
- ▷ certaines expérimentations montrent que des applications préventives d'une solution de savon noir (qui sert aussi pour lessiver le miellat et la fumagine des aleurodes et des pucerons) semblent empêcher ou ralentir l'installation de l'oïdium (▷ **voir chapitre 2-2** ◁),
- ▷ gérer le microclimat sous abri : effectuer des brumisations ou des bassinages pour augmenter l'hygrométrie.

### Lutte directe

**Lorsque la prophylaxie n'est pas suffisante, le recours au soufre, au bicarbonate de potassium, à un champignon antagoniste, ou à l'huile essentielle d'orange douce est possible.** Ces produits possèdent des AMM en France pour des usages oïdium/légumes (▷ **voir chapitre 2-2** ◁).

**Le soufre** a une action préventive et partiellement curative, il doit être appliqué dès l'apparition des premiers symptômes, idéalement en deux applications à huit jours d'intervalle. Il est possible d'utiliser du soufre fleur ou sublimé en poudrage, ou du soufre mouillable en pulvérisation (vérifier au préalable les usages homologués). L'usage du soufre est peu compatible avec la présence des auxiliaires car il a un effet dépressif sur certains, en particulier les acariens prédateurs. Son usage doit donc être aussi limité que possible, notamment sous abris.

**ATTENTION**

**Les soufres mouillables peuvent entraîner des risques de phytotoxicité notamment lorsque les températures sont élevées (28°C et au-delà) et la luminosité forte. Certaines espèces comme le melon et le concombre y sont particulièrement sensibles. De plus, l'usage du soufre accélère le vieillissement des plastiques, notamment ceux servant à la couverture des serres, il est donc préférable de réserver son usage sous abris aux serres en verre.**

4 - *Cléistothèce : organe en forme de sphère, sans ouverture, qui contient les asques et les ascospores chez certains champignons ascomycètes. A maturité, il s'ouvre par éclatement, libérant ainsi les spores.*

204105 - Folio : q270 - Type : qINT-19-14-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bagokta

Une spécialité commerciale à base de **bicarbonate de potassium** et une autre à base d'**un champignon antagoniste** *(Ampelomyces quisqualis),* sont désormais homologuées contre l'oïdium sur cultures légumières. Le bicarbonate agit par contact, il doit être utilisé très précocement lors des premiers symptômes, de préférence après une pluie ou une irrigation car il a besoin d'humidité pour agir. *A. quisqualis* est un champignon hôte, spécifique de l'oïdium, aux dépens duquel il se nourrit. Il n'est efficace que si la proportion de plantes attaquées est très faible (< 3%), il doit être appliqué très précocement et a besoin d'humidité pour se développer (c'est un champignon). Aucun autre fongicide (notamment soufre) ne doit être appliqué en même temps ou dans les cinq jours qui précèdent ou qui suivent son application.

Un produit à base d'huile essentielle d'orange douce est homologué contre l'oïdium sur un certain nombre de cultures légumières. Un produit à base de laminarine (extrait d'algues), stimulateur des défenses naturelles, est homologué contre l'oïdium sur certains légumes.

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

## Anthracnose

**Cette maladie, aussi appelée Nuile rouge, est surtout fréquente sur les Cucurbitacées (melon et concombre notamment)** mais elle peut aussi apparaître sur les fraisiers, les tomates, les haricots ou les pois. Elle est provoquée par plusieurs champignons, notamment du genre *Colletotrichum sp*. Elle est surtout présente sous abris où le micro-climat est propice à son développement.

### Description - Biologie

Le champignon de l'anthracnose se conserve dans les débris végétaux ou dans le sol, dans lequel il peut persister cinq ans. Il se maintient aussi sur les semences issues de fruits contaminés. Les climats pluvieux et doux sont propices au développement de l'anthracnose. Les contaminations ont lieu à la suite de périodes humides : les spores sont disséminées par les éclaboussures et les eaux de ruissellement intervenant lors d'une pluie ou d'une irrigation. Dans des conditions idéales, il faut au moins 24 heures à 100% d'humidité relative avec une température comprise entre 19 et 24°C pour que la maladie se développe, les premiers symptômes apparaissent une semaine après les premières contaminations.

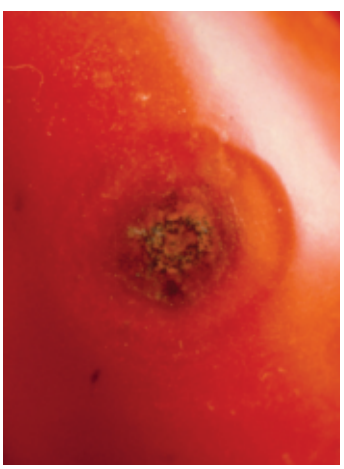
Ce champignon peut aussi être transporté par les outils au cours des opérations culturales et par certains insectes, notamment les pollinisateurs.

### Symptômes – Dégâts

Sur les Cucurbitacées, la maladie se manifeste par des taches brunes ou noires sur les feuilles des pieds attaqués. Sur les fruits, des taches rondes et creuses apparaissent, de un à deux centimètres de diamètre, d'abord brunâtres puis roses. Des pourritures secondaires peuvent s'y installer facilement.

Sur les tomates, les symptômes sont de petites taches rondes, en creux, d'aspect huileux, qui grossissent progressivement en formant des anneaux concentriques, pour atteindre deux centimètres de diamètre. Elles noircissent, et leur centre se couvre de petites structures fongiques noires. Les lésions d'anthracnose sur les feuilles de tomates passent inaperçues.

Les fruits atteints ne sont pas commercialisables. Lorsque les conditions météorologiques sont favorables au champignon, les pertes de rendements peuvent être importantes.



D.Blancard/Inra

▷ *Symptômes de l'anthracnose sur tomate*

204105- Folio : q271 - Type : qINT-204105 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



### Méthodes de lutte

**La lutte directe par traitement contre l'anthracnose n'est pas possible car il n'existe pas de produit homologué et compatible avec l'agriculture biologique.** Il faut donc recourir à la prévention. La maladie pouvant se conserver dans les semences, il faut veiller à utiliser des semences et des plants indemnes, tout particulièrement dans le cas d'auto-production de semences et de plants. Les pieds atteints doivent être immédiatement détruits. Le micro-climat des abris devra être contrôlé : hygrométrie pas trop élevée et bonne aération.

Il faut privilégier l'irrigation par goutte à goutte afin d'éviter les éclaboussures vectrices des contaminations.

Des rotations longues (pas de retour des plantes hôtes avant cinq ans) doivent permettre d'éviter l'apparition de la maladie ou de briser son cycle (le champignon peut se conserver plusieurs années dans le sol).

## Botrytis *(Botrytis cinerea)*

Ce champignon aussi appelé pourriture grise peut se développer sur un grand nombre de plantes hôtes et attaque tous les organes. Les semis, les fruits et les cultures sous abris y sont particulièrement sensibles. Les Fabacées, les Solanacées et les Cucurbitacées sont les familles botaniques les plus fréquemment touchées mais les fraises et les laitues y sont également très sensibles.

### Description - Biologie

C'est un champignon opportuniste qui peut vivre en saprophyte* ou devenir virulent aux dépens de plantes affaiblies ou étiolées (conditions froides, humides, manque de luminosité) ou de tissus endommagés. Il se développe préférentiellement sur des tissus sénescents (fleurs fanées, feuilles mortes), ou bien sur des tissus sains en profitant de blessures occasionnées par un outil de travail du sol ou de cueillette ou encore par des dégâts dus à la grêle, au gel ou à une autre maladie.

Le botrytis est particulièrement à redouter dans des conditions d'humidité élevée et de température relativement fraîche (entre 15°C et 20 C).

Il hiverne en saprophyte sur des débris végétaux ou sous forme de sclérotes[5], qui germent au printemps et donnent un mycélium* capable de coloniser les semences mises en terre (▷ **fonte des semis, voir plus loin** ◁).

### Symptômes – Dégâts

Les organes atteints par le botrytis se couvrent d'un feutrage gris caractéristique, constitué des fructifications du champignon (conidiophores et conidies).

Lorsque les conditions sont favorables, le développement du champignon peut prendre un caractère épidémique, notamment sous abris, et les dégâts dans ce cas peuvent être importants. Les fruits (matures ou en croissance) pourrissent et tombent, les tiges et les feuilles peuvent également être atteints, causant la mort de la plante ou *a minima* perturbant très fortement ses capacités de production.

Le botrytis est responsable, avec d'autres champignons, de la fonte des semis, très dommageable en pépinière. Il peut également se développer sur les fruits (tomate, courgette, concombre, haricot…) dans les locaux de stockage.



*C. Mazollier/Grab*

▷ *Dégâts de botrytis sur salade*



*C. Mazollier/Grab*

▷ *Tige de tomate touchée par le botrytis*

*5 - Sclérote : fructification typique de certains champignons, en forme de coupe, d'une taille allant de quelques millimètres à un centimètre environ, et produisant asques et ascospores. C'est une forme de conservation très résistante.*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q272 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

### Méthodes de lutte

Les seules méthodes de lutte contre le botrytis utilisables en agriculture biologique sont préventives. **Le botrytis, notamment sous abris, est presque toujours la conséquence d'un problème au niveau de la conduite culturale.**

La prévention doit concerner toutes les étapes de la production, à commencer par l'utilisation de substrats indemnes de pathogènes et de semences saines. Les semis doivent être peu denses (faire des éclaircissages si nécessaire) et les espacements entre les plants suffisants pour permettre la circulation de l'air et éviter la propagation rapide de la maladie.

Afin d'éviter d'avoir des plantes étiolées ou croissant difficilement, il est important de choisir les variétés les mieux adaptées à la saison, aux conditions pédo-climatiques et au mode de culture.

Sous abris, le premier principe préventif est de veiller à une bonne aération, il faut également maintenir la culture propre en éliminant les fleurs fanées, les feuilles mortes, les déchets de taille, afin qu'ils ne deviennent pas des sources d'inoculum, notamment si l'hygrométrie est élevée.

Les effeuillages doivent être réalisés par temps sec, plutôt en début de journée, il faut éviter de laisser de grands chicots qui favorisent le développement du botrytis.

Il faut autant que possible éviter de provoquer des blessures aux plants lors des travaux culturaux et contrôler que les plantes ne s'étiolent pas par manque de lumière.

Comme pour les autres maladies fongiques, les excès de fertilisation azotée sont propices au développement des champignons pathogènes, du fait du fort développement végétatif que cela entraîne.

Les plantes atteintes devront être arrachées et détruites, notamment celles qui portent des sclérotes.

En cas de grêle, il faut supprimer les organes les plus endommagés et effectuer une application de cuivre afin de protéger les tissus blessés et de prévenir l'installation du botrytis. Il est aussi possible d'effectuer des poudrages avec du lithothamme ou un autre produit du même type, qui va assécher les plaies et créer des conditions défavorables au botrytis.

Pour éviter le développement de botrytis après la récolte, il ne faut stocker que des légumes sains, exempts de blessures (même petites) et de résidus de fleur ou de feuille.



A. Coulombel

▷ *Dégâts de botrytis sur tomate*

## Alternariose

Cette maladie est due aux champignons du genre *Alternaria.* Il en existe de nombreuses espèces. On a longtemps considéré qu'une seule espèce, *Alternaria solani,* s'attaquait aux Solanacées (tomate principalement, mais aussi aubergine et pomme de terre), mais il semblerait que pour chacun de ces légumes il existe une espèce d'*Alternaria* spécifique (*A. solani* pour la pomme de terre, *A. tomatophila* pour la tomate et *A. beringelae* pour l'aubergine). La carotte est attaquée par *A. dauci* (feuillage) et *A. radicina* (racine), les Brassicacées le sont par *A. brassicae* et *A.brassicola*. Cette maladie se développe essentiellement en plein champ, beaucoup plus rarement sous abris.

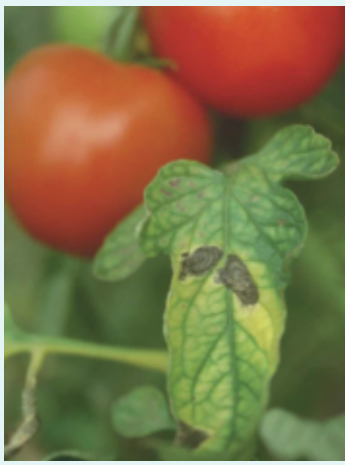
### Description – Biologie

L'*Alternaria* se conserve plusieurs années dans les semences (à la surface), dans le sol (jusqu'à huit ans) et sur des débris végétaux sous forme de mycélium ou de chlamydospore[6].

La contamination primaire se fait via les semences, des outils ou du matériel contaminé.

6 - *Chlamydospore : spore de multiplication végétative avec une paroi épaisse garantissant sa conservation pendant plusieurs années.*

204105- Folio : q273 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigota



C. Mazollier/Grab

▷ *Alternariose sur tomate*

Les spores sont disséminées par le vent, et ont besoin pour germer sur une nouvelle plante hôte, d'eau libre et d'une température comprise entre 15°C et 20°C (sauf *A. tomatophila* qui peut germer entre 6°C et 34°C). Des macules[7] apparaissent sur les feuilles et les tiges des plantes contaminées et si le temps est chaud et sec, elles émettent des spores responsables de contaminations secondaires. La rosée ou de faibles précipitations (inférieures à 5 mm) sont suffisantes pour permettre l'extension de la maladie, il faut néanmoins qu'elles soient répétées pour que cette extension soit rapide. L'alternariose n'a pas de caractère explosif, elle s'étend progressivement et s'accentue avec le vieillissement de la plante (tomate, aubergine), les dégâts se révèlent surtout en fin de saison et à la récolte, notamment pour les carottes.

## Symptômes – Dégâts

Des tâches noires (macules[7]) bien délimitées apparaissent sur les feuilles, puis elles s'agrandissent, virent au brun en cercles concentriques avec parfois un halo jaune sur la bordure extérieure. Des taches peuvent également apparaître sur les tiges.

Le champignon pénètre dans les tissus à travers la cuticule, par les stomates ou par une blessure. Il envahit rapidement les tissus et les premières lésions sont visibles trois ou quatre jours après la contamination.

Sur la carotte, outre la fonte des semis (en association avec d'autres champignons pathogènes), *A. radici* provoque sur les racines des plantes adultes des nécroses brunes en « coup de pouce » et confère à la plante une allure chlorotique.

Sur les choux de Bruxelles et les choux pommés, les taches d'*Alternaria* les rendent invendables ou demandent un gros travail de parage. Sur les choux-fleurs, les macules sur les pommes évoluent souvent en pourriture brune, les rendant non commercialisables.

Sur pomme de terre, en cas de défoliation précoce, les rendements et la qualité des tubercules peuvent être fortement affectés.

## Méthodes de lutte

**Il n'existe que des méthodes préventives contre l'alternariose, la première étant d'utiliser des semences et des plants sains.** L'*Alternaria* peut subsister très longtemps dans le sol, il faut donc éviter les contaminations extérieures et mettre en place des rotations longues incluant des cultures non-hôtes (Céréales, Fabacées). Il faut supprimer les repousses des cultures de la saison précédente. En cas d'observation de symptômes sur une parcelle, les résidus de culture, les déchets de récolte et les écarts de triage doivent être éliminés et non pas enfouis dans les parcelles. Il convient d'être particulièrement vigilant dans les zones de production intensive de pomme de terre, colza, carotte d'industrie… qui sont des sources de contaminations potentielles. Les stress hydriques et les carences en certains oligo-éléments (Mg, Mn et S surtout pour les Brassicacées) sont des facteurs de sensibilisation à l'*Alternaria*.

Des travaux de recherche menés par le Grab sur la désinfection de semences ont montré l'intérêt de traiter les semences de carotte avec du vinaigre pour détruire l'inoculum d'*Alternaria*.

7 - *Macule : lésion cutanée, visible mais non palpable, sous forme d'une tache de couleur et de taille variables. Elle ne présente pas de relief notable à la surface de la peau.*

204105- Folio : q274 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Champignons telluriques*

Les champignons dits telluriques vivent dans le sol et contaminent les cultures soit par les racines, soit par des organes aériens en contact avec le sol. La plupart d'entre eux prolifèrent quand l'humidité est importante et que les températures à la surface du sol sont élevées (20°C et plus). Ils s'attaquent préférentiellement aux semis et jeunes plants, aux plantes fragilisées par des conditions de cultures défavorables (sol mal drainé, excès d'azote, densité importante, rotations trop courtes, humidité excessive, température trop froide ou trop chaude…). Ces champignons s'attaquent à un très grand nombre d'espèces de légumes, à tous les stades de développement. Si les attaques débutent le plus souvent au niveau des racines ou du collet, la contamination peut s'étendre ensuite aux organes aériens (tiges, feuilles…). **Les symptômes sont souvent complexes car ces champignons telluriques (*Pythium, Fusarium, Rhizoctonia, Sclerotinia, Verticillium*) sont présents ensembles dans les sols maraîchers et provoque des dégâts regroupés sous le vocable « fatigue de sol ».**

Il n'existe quasiment pas de substances actives compatibles avec le règlement de l'agriculture biologique pour lutter contre ces champignons. **Les seuls moyens de lutte directe sont les traitements thermiques par solarisation et en dernier recours par désinfection vapeur** (▷ **voir chapitre 2-2** ◁). **Il est donc préférable de mettre en place des mesures préventives (rotations complexes et cultures diversifiées notamment) pour éviter l'installation de ces champignons qui sont ensuite très difficiles à éradiquer.**

### Sclérotiniose

**Les différents *Sclerotinia* sont responsables des pourritures dites « blanches ».** Comme les botrytis, les *Sclerotinia* sont des champignons ubiquistes* capables de se développer sur une large gamme de plantes hôtes. Ils n'épargnent aucune famille botanique, ni aucun stade de développement des cultures, y compris après la récolte. Il existe plusieurs espèces de *Sclerotinia*, la plus courante étant *Sclerotinia sclerotiorum,* qui se développe sur la plupart des espèces maraîchères (sauf les Allium). D'autres sont plus spécifiques, c'est le cas de *Sclerotium cepivorum* inféodé aux Alliacées, *Sclerotium rolfsi* aux Solanacées et Cucubitacées et *Sclerotinia minor* aux laitues et chicorées.

#### Description - Biologie

Le *Sclerotinia* ne se développe que dans la couche superficielle du sol (dix premiers centimètres). En profondeur, sa croissance est inhibée par la trop forte concentration en dioxyde de carbone ($CO_2$) et par l'obscurité. Les sclérotes s'y conservent inactifs jusqu'à ce qu'ils soient ramenés à la surface par les façons culturales. Ils ont besoin d'au moins 12 heures de lumière pour germer. La première contamination se fait via le mycélium présent dans le sol ou issu de la germination d'un sclérote. Ce dernier contamine les racines superficielles de la plante hôte et peut émettre des fructifications produisant des spores capables de contaminer les organes aériens proches du sol (base de la tige, feuilles et fruits les plus bas). Le champignon pénètre dans la plante via des organes morts ou sénescents puis s'attaque aux tissus et les désagrège.

Le *Sclerotinia* peut aussi se transmettre par les semences, les eaux de ruissellement, les outils contaminés ou les résidus de cultures précédentes insuffisamment enfouis.

**Le *Sclerotinia* peut se conserver pendant au moins cinq ans dans le sol** (et jusqu'à 12 ans, parfois plus encore), soit sous forme de sclérotes* très robustes soit sous forme de mycélium* sur les résidus de culture. La maladie est favorisée par une humidité et une température élevées (optimum entre 18 et 25°C).

** Voir glossaire*

204105- Folio : q275 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigchata



C. Mazollier/Grab

▷ Sclerotinia *sur chou*

## Symptômes – Dégâts

Tous les stades peuvent être atteints, mais c'est au stade plantule puis ensuite à la fin du cycle que les dégâts de *Sclerotinia* sont les plus importants. Les tissus infectés se ramollissent, deviennent spongieux puis se recouvrent d'un feutrage* blanc très dense (mycélium), sur lequel apparaissent les sclérotes*, d'abord blancs puis noirs et durs. Le champignon peut se développer en plein champ ou sous abris mais également dans les locaux de stockage. Il s'attaque aux tiges (près du sol) et aux fruits des Solanacées et des Cucurbitacées ; aux tiges, feuilles et gousses des haricots et des pois ; aux collets (et racines de surface) des céleris, carottes, choux, salades et endives lors du forçage ; aux racines, bulbes et plateaux des Alliacées.

## Méthodes de lutte

### ▷ Rotations

**Le retour trop fréquent de cultures sensibles dans la rotation favorise l'installation et le développement des *Sclerotinia* dans la parcelle. Dans l'idéal, il faut donc éviter de cultiver plus de trois cultures sensibles au *Sclerotinia* par période de dix ans sur une même parcelle.** Dans la pratique l'introduction régulière de Poacées et le respect d'une alternance des familles botanique, permet (sauf contamination extérieure) d'éviter l'apparition des *Sclerotinia* (▷ **voir aussi chapitre 5.1** ◁). En cas de dégâts de *Sclerotinia* constatés sur une parcelle, il devient très difficile de le faire disparaître, il faut alors proscrire toute culture sensible durant au minimum quatre ans.

Ces mesures se révèlent efficaces pour les espèces de *Sclerotinia* spécifiques d'une ou deux espèces botaniques, elles sont cependant plus complexes à mettre en œuvre pour *S. sclerotiorum* en raison de sa grande polyvalence. En effet, seules y échappent, partiellement ou totalement, les Alliacées, les Poacées et les Chénopodiacées. Néanmoins, la diversification des cultures permet de maintenir dans le sol des parcelles une diversité de micro-organismes qui concourt à éviter la prolifération des espèces pathogènes. Certains micro-organismes s'attaquent directement aux sclérotes, tels que des parasites spécifiques comme *Sporidesmium sclerotivorum, Coniothyrium minitans* ou des moisissures ubiquistes* comme *Trichoderma sp.* ou *Gliocladium sp.*

### ▷ Travail du sol

Dans un sol contaminé, une attention particulière doit être portée à l'entretien du sol : quand c'est possible, un labour profond permet d'enfouir les sclérotes* et de réduire ainsi le nombre de celles qui seront viables (les sclérotes ne peuvent germer que si elles sont proches de la surface). Le sol doit être correctement drainé car la stagnation de l'eau est propice à la germination des sclérotes : les cultures en buttes ou en planches permanentes permettent d'y remédier. L'utilisation de paillages, en maintenant l'obscurité dans le sol, ralentit le développement du *Sclerotinia*.

### ▷ Champignons parasites

Outre les traitements thermiques (solarisation, désinfection thermique), une seule méthode de lutte directe permet de réduire l'inoculum* (destruction des sclérotes) de *Sclerotinia*. Il s'agit de l'application au sol de *C. minitans,* un champignon parasite des sclérotes de *Sclerotinia* (une seule spécialité commerciale homologuée en France). Dans les parcelles ayant déjà subi des dégâts de *Sclerotinia*, une application de *C. minitans* avant l'implantation de la culture ou en fin de culture contaminée permet de détruire une partie des sclérotes présents dans les dix premiers centimètres de sol. Le produit doit être incorporé au moment du travail du sol pour le placer à l'abri de la lumière et du dessèchement.

**ATTENTION**

**Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso.fr.**

204105- Folio : q276 - Type : qINT-20140505 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

### ▷ Choix des variétés et prophylaxie

Le choix de variétés au port érigé et des effeuillages en période sèche (pour les espèces qui s'y prêtent) permettent d'éviter les contaminations par les feuilles en contact avec le sol.

Les pieds malades doivent être arrachés précautionneusement afin de ne pas disperser les sclérotes (utiliser un sac pour récupérer la plante) et détruits.

Il faut adapter la densité de semis ou de plantation aux caractéristiques variétales. Des densités élevées et des écartements réduits entraînent une fermeture précoce du rang et limitent la circulation de l'air à l'intérieur du couvert végétal, favorisant le *Sclerotinia* mais aussi le botrytis.

## Fusariose et Verticiliose

Ces deux maladies, bien que dues à des champignons différents, ont des conséquences similaires sur les cultures, **en effet ce sont toutes les deux des maladies vasculaires.** La biologie et les méthodes de lutte contre les pathogènes responsables sont également proches. Elles se développent aussi bien sur les cultures sous abris que de plein champ.

La fusariose est due notamment au champignon *Fusarium oxysporum*, mais il existe plusieurs sous-espèces et races, plus ou moins virulentes et spécifiques d'une espèce de légume. Les fusarioses affectent surtout melon, tomate, asperge, échalote, basilic, pois, haricot, courgette, oignon, chou, céleri...

Pour la verticiliose, le responsable est *Verticillium dalhiae.* C'est un champignon très polyphage qui en maraîchage attaque surtout les Solanacées (principalement tomate et aubergine), mais également l'artichaut, la fraise, les Cucurbitacées…

### Description - Biologie

Les deux champignons se maintiennent dans le sol sous forme de mycélium sur des débris végétaux (saprophytes) et/ou sous forme de Chlamydospore* *(Fusarium)* ou de sclérotes* *(Verticillium)*. La première contamination se fait par le mycélium qui pénètre dans les racines de la plante hôte, souvent au niveau d'une blessure. Il se répand ensuite dans les vaisseaux et cause des flétrissements, des nécroses sur les feuilles et les tiges, qui peuvent pour le *Fusarium* évoluer en chancres, sur lesquels apparaissent des spores, causes de contaminations secondaires. **La maladie progresse du bas vers le haut de la plante.** Les *Fusarium sp.* peuvent également être responsables de la fonte des semis.

La fusariose est favorisée par des températures aux alentours de 24°C et un temps relativement sec.

La verticilliose se développe dans un sol un peu plus frais, entre 16 et 25 °C. Elle touche donc davantage les variétés les plus précoces et elle peut régresser par temps chaud, permettant ainsi à la plante de reprendre sa croissance. Les photopériodes courtes et les faibles luminosités sensibilisent les plantes à cette maladie, elle sévit donc principalement au printemps et à l'automne.

La dissémination se fait à partir du sol, par les outils, les engins agricoles, les éclaboussures ou le ruissellement, ou encore pour le *Fusarium*, par le vent à partir des spores issues des chancres.

**ATTENTION**

**De nombreux engrais verts sont malheureusement aussi des hôtes potentiels des *Sclerotinia*, ils doivent donc être comptabilisés comme tels dans la rotation, voire même proscrits dans les sols déjà contaminés par les *Sclerotinia*. Il s'agit par exemple des Fabacées (trèfle, vesce…), des Brassicacées (moutardes, radis, navette…), de la phacélie qui peuvent être attaqués par *Sclerotinia sclerotiorum*. Il est nécessaire d'introduire régulièrement des espèces non sensibles notamment les Poacées : sorgho, seigle, avoine…**

204105- Folio : q277 - Type : qINT-204105 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta





C. Mazollier/Grab

▷ *Dégâts de fusariose sur melon*



C. Mazollier/Grab

▷ *Verticiliose sur aubergine*

## Symptômes – Dégâts

**L'envahissement des vaisseaux par ces champignons perturbe la circulation de la sève et le métabolisme de la plante.** Les racines sont atteintes les premières, elles se nécrosent et pourrissent, entraînant une mauvaise alimentation de la plante. Au niveau des organes aériens, la maladie provoque un jaunissement des nervures des feuilles puis le flétrissement et le dessèchement total ou partiel du limbe.

Dans le cas de la fusariose, les nécroses des racines, du collet et/ou de la tige sont telles qu'elles entraînent à terme la mort de la plante, ce qui est rarement le cas pour la verticiliose, qui ne touche souvent qu'un côté.

En raison de l'atteinte portée aux vaisseaux transportant la sève, les symptômes s'expriment particulièrement par temps chaud et sec et on peut souvent observer, par transparence, au niveau des vaisseaux une coloration orangée à rouge foncé suivant les cultures.

De fortes attaques de fusariose peuvent entraîner la destruction totale de la parcelle.

## Méthodes de lutte

**Les seules méthodes de lutte sont préventives.**

Les habituelles mesures agronomiques de rotations longues et diversifiées et de maîtrise de la fertilisation azotée s'appliquent. Cependant, elles seront impuissantes à contrôler ces maladies si elles sont introduites accidentellement dans les parcelles par des semences, des plants, des substrats ou du matériel contaminés (godets, support de serre d'occasion…).

### ▷ Choix des variétés

Contre la fusariose et la verticiliose, il faut choisir des variétés durablement ou totalement tolérantes, ou résistantes, quand elles existent. Pour la tomate, la plupart des variétés récentes sont résistantes à la verticiliose et beaucoup le sont aussi à la fusariose. Les variétés anciennes de tomates sensibles à très sensibles à ces maladies, ne doivent être implantées que dans des parcelles indemnes.

Pour le melon, et l'aubergine (verticiliose) il n'existe pas de variétés résistantes. Mais s'**il existe des risques, il est possible d'utiliser des plants greffés sur des porte-greffes résistants** (ex. : porte-greffes type KNVFFr pour la tomate) ou tolérants. Attention quand même dans les zones de forte production de ces espèces, les contournements de résistances sont possibles et se produisent de plus en plus souvent en raison du retour fréquent des mêmes porte-greffes sur une même parcelle.

### ▷ Prophylaxie et travail du sol

Les pieds malades doivent être arrachés et détruits. Les résidus de culture sur les parcelles contaminées ne doivent pas être enfouis mais sortis de la parcelle et détruits. Certaines adventices comme la morelle ou l'amarante sont également hôtes du *V. dalhiae* : il faut les éliminer.

Contre la verticiliose, notamment pour les attaques de début de saison, le buttage des pieds peut permettre l'émission de nouvelles racines qui remplaceront les racines nécrosées, et permettront au pied de produire quasi normalement surtout si les conditions météorologiques deviennent défavorables au pathogène.

204105- Folio : q278 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

## Fonte des semis

On désigne par là **un complexe de plusieurs champignons responsables du dépérissement des jeunes plantules au moment de la levée,** au champ ou en pépinière. Ce complexe est composé le plus souvent de *Pythium sp., Phytophthora sp., Phoma sp., Phomopsis sp., Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea*. D'autres champignons telluriques comme *Fusarium sp., Alternaria sp.* et *Sclerotinia sp.* peuvent également être responsables, seuls ou en association, de la fonte des semis. **La plupart des espèces maraîchères peuvent être concernées** (concombre, laitue, carotte, artichaut, échalote…).



DR

▷ *Fonte des semis*

### Description - Biologie

Ces champignons vivent dans le sol, le plus souvent en saprophytes* sous forme mycélienne sur des débris végétaux, ou sous leur forme de conservation (sclérotes*). Ce sont des champignons opportunistes qui s'attaquent préférentiellement aux plantules affaiblies par des conditions de levée défavorables : excès d'humidité, températures fraîches, sol froid, mauvais travail du sol, densités élevées, lumière faible, semences de mauvaise qualité ou déjà contaminées. **Les semis précoces des cultures primeurs sont plus vulnérables que ceux faits en pleine saison,** lorsque les conditions climatiques sont plus favorables à la croissance rapide des plantes.

Ils ont besoin d'humidité pour se développer, mais pas nécessairement de températures élevées. Ils sont disséminés par les éclaboussures, l'eau de ruissellement, les sols et les substrats infectés, les outils. Certains pathogènes tels que *Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea* peuvent être véhiculés par les semences récoltées dans de mauvaises conditions, alors que *Pythium sp.* et *Phytophtora sp.* sont courants dans les terreaux.

### Symptômes – Dégâts

Lorsque les conditions sont favorables à leur développement, ils peuvent s'attaquer aux racines, collets et tiges des jeunes plantules au moment de la levée. Ils colonisent les tissus et les désorganisent, provoquant le ramollissement des organes atteints puis leur pourrissement. En plein champ, ces champignons provoquent des destructions par foyer, mais en pépinière la totalité du semis peut être détruite, notamment si la qualité du terreau est à l'origine de la contamination.

### Méthodes de lutte

**Les méthodes de lutte sont uniquement préventives, il faut avant tout s'assurer de la qualité des semences** (effectuer si besoin des tests de germination) et des substrats (si possible traités thermiquement). Le traitement thermique des semences permet d'éradiquer les champignons responsables de la fonte des semis. La clé de la lutte contre la fonte des semis est d'assurer une levée rapide et vigoureuse, aussi bien en plein champ qu'en pépinière, afin de réduire la phase de sensibilité des plantules aux attaques racinaires :

**En plein champ :**

- ▷ éviter pendant plusieurs années de faire des semis de cultures primeurs dans des parcelles ayant subi des dégâts de fonte des semis,
- ▷ réaliser l'ensemble des façons culturales (préparation de sol et semis) dans de bonnes conditions,
- ▷ favoriser le drainage et l'aération du sol en évitant une préparation de sol trop fine dans les terres sensibles à la battance et en cultivant en planches surélevées,

*Voir glossaire

204105- Folio : q279 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

- ▹ limiter la profondeur de semis, notamment en début de saison pour que la levée puisse se faire rapidement,
- ▹ choisir des variétés adaptées aux conditions pédo-climatiques,
- ▹ utiliser si besoin des voiles de forçage.

**En pépinière et sous abris,** il est plus facile de mettre en place des conditions optimales pour la germination :

- ▹ éviter les excès d'humidité : maintenir juste l'humidité nécessaire à la germination, ne pas poser les récipients de germination ou de repiquage à même le sol ou sur tout autre support où des stagnations d'eau ou des flaques peuvent se produire,
- ▹ chauffer suffisamment les locaux, la température doit idéalement être supérieure à 15°C pour une germination ou une reprise optimale. Avant la plantation, il est recommandé de fermer les abris pour permettre au sol de se réchauffer,
- ▹ utiliser si possible des outils et du matériel (terrines, godets, clayettes…) désinfectés,
- ▹ ventiler les abris pour limiter les excès d'humidité, arroser avec de l'eau à température ambiante plutôt qu'avec de l'eau froide.

## Rhizoctone brun

Il s'agit en fait d'un vaste ensemble de sous-espèces et de souches différentes, regroupées sous le nom d'espèce *Rhizoctonia solani.* Comme les autres champignons telluriques pathogènes, le *Rhizoctonia* se développe aux dépens d'un grand nombre d'espèces maraîchères. **C'est l'un des champignons responsable de la fonte des semis**, **il attaque aussi tous les stades de la culture y compris après la récolte dans les locaux de conservation.** Les différentes sous-espèces et souches sont plus ou moins inféodées à un groupe d'espèces ou à une famille botanique (▹ **voir encadré page suivante** ◃).

### Description - Biologie

*R. solani* survit dans le sol sous forme de mycélium dormant ou de sclérotes de un à trois millimètres fixés à des résidus végétaux à partir duquel il se disperse. Le champignon peut aussi se disséminer par des semences contaminées ou des parties de plantes infectées (tubercules - semences de pommes de terre, griffes d'asperges et souches de rhubarbe obtenues par éclatement du pied mère). En plein champ, la maladie apparaît souvent en foyers limités et bien marqués.

Les sclérotes germent lorsque la température dépasse 13-15°C (optimum 20°C) et que l'humidité est importante. Un sclérote peut étendre son mycélium sur une distance atteignant une dizaine de centimètres jusqu'à trouver une plante hôte, sa croissance est stimulée par les exsudats racinaires émis par celle-ci. Puis le champignon pénètre dans les tissus des racines ou des organes aériens en contact avec le sol, directement à travers la cuticule ou par les stomates, préférentiellement au niveau d'une blessure causée par un ravageur (nématode, taupin) ou un outil. Les ressources nutritives puisées dans l'hôte lui permettront ensuite d'étendre sa progression dans le sol.

204105 - Folio : q280 - Type : qINT-19-04-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## *Les différentes souches de* Rhizoctonia solani *et leurs plantes hôtes*

*Il existe une très grande diversité de souche de* R. solani, *ce qui a rendu nécessaire la création de subdivisions en fonction des caractéristiques biologiques de chacune. Ces subdivisions sont appelées « groupe d'anastomose » (AG abréviation anglaise) :*

- ***Souche AG 1 :*** *très polyphage, elle s'attaque à quasi toutes les familles botaniques y compris aux Poacées, cependant en France elle se rencontre essentiellement sur laitue,*
- ***Souche AG 2-1 :*** *spécifique aux Brassicacées,*
- ***Souche AG 2-2 :*** *maïs, haricot, carotte, choux, soja, betterave, diverses Fabacées,*
- ***Souche AG 3 :*** *spécifique aux pommes de terre,*
- ***Souche AG 4 :*** *très polyphage, agent de fonte des semis sur de nombreuses espèces maraîchères. Elle s'attaque également aux hypocotyles[8] des Fabacées, aux collets des Solanacées, des Cucurbitacées et de la carotte…*

### Symptômes – Dégâts

*R. solani* provoque des lésions sur les racines, les collets, les hypocotyles*, les feuilles et les fruits en contact avec le sol humide. Ces lésions sont brunes ou rougeâtres, creuses, sèches, mieux délimitées que celles de *Sclerotinia*. Un examen attentif permet de voir le mycélium brunâtre, puis de petits sclérotes bruns.

Les attaques sur les racines, le collet et la base de la tige affaiblissent la plante en perturbant la circulation et la distribution de l'eau et des nutriments, elles préparent ainsi le terrain à d'autres champignons et/ou bactéries pathogènes, qui causeront à terme le pourrissement des organes touchés.

Pour les carottes et les pommes de terre, les symptômes n'apparaissent parfois pas avant la récolte et c'est lors du stockage que les dégâts apparaissent, la récolte devient alors invendable.

### Méthodes de lutte

**Elles sont uniquement préventives.** Afin d'éviter d'introduire le pathogène dans des parcelles saines, **il est primordial d'utiliser des semences ou des plants indemnes** (notamment pour les pommes de terre) **ainsi que des substrats de semis désinfectés.**

Les parcelles ou les zones contaminées devront être travaillées après les parcelles saines, afin d'éviter les contaminations dues au matériel.

L'humidité à la surface du sol est le facteur majeur pour le développement du rhizoctone, il est donc préférable de cultiver en planches surélevées ou en buttes, notamment dans les sols lourds, ressuyant lentement ou dans les parcelles déjà contaminées. Les irrigations doivent être modérées et les abris correctement ventilés.

L'utilisation de paillages permet d'éviter aux feuilles et aux fruits d'être en contact direct avec le sol humide et d'être ainsi contaminés.

Les résidus des récoltes, mais également les engrais verts, sont des vecteurs potentiels du rhizoctone. Il faut les laisser se dessécher à la surface du sol avant de les enfouir profondément (labour).

De nombreuses adventices (amarantes, renoncules, rumex, pissenlit…) sont aussi hôtes de *R. solani,* une bonne maîtrise de la flore adventice dans et autour des parcelles permet aussi de réduire l'inoculum et les risques de contaminations.

*8 - Hypocotyle : partie de la tige d'une plantule qui se situe en-dessous des cotylédons*

204105- Folio : q281 - Type : qINT-204105 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Le corky-root

*Cette maladie due au champignon* Pyrenochaeta lycopersici *provoque le flétrissement et la mort des plantes atteintes. Les racines des plantes touchées présentent des renflements en forme de manchons bruns et d'aspect liégeux (d'où le nom de la maladie littéralement « racines liégeuses »). C'est une maladie de l'intensification qui sévit sous abris aussi bien qu'en plein champ lorsque les successions de Solanacées et de Cucurbitacées sont trop rapprochées. Les champignons peuvent se conserver de très nombreuses années dans le sol sous forme de* chlamydospores*, ils se disséminent par le sol à partir des pieds atteints et par les outils de travail du sol.*

*Les moyens de lutte sont peu nombreux et essentiellement préventifs : des rotations longues et diversifiées sont le meilleur moyen d'éviter l'apparition de ce champignon. En cas de contamination d'une parcelle, il faut casser le cycle en cultivant pendant plusieurs années des Poacées (céréales par exemple) ou des cultures n'appartenant pas aux familles des Solanacées et Cucurbitacées. Il est possible d'effectuer des désinfections vapeur et d'utiliser des porte-greffes résistants, cependant ces méthodes ne sont que des palliatifs qui ne permettent pas l'élimination durable du champignon. Des buttages favorisant le développement de racines adventives saines et des applications d'engrais foliaires peuvent permettre de prolonger la vie des pieds touchés.*

*Voir glossaire

204105 - Folio : q282 - Type : qINT-19-14-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# BACTÉRIOSES

Les bactéries sont des organismes unicellulaires microscopiques dont la longueur dépasse rarement un micron. La plupart vivent en association avec les végétaux et leur sont bénéfiques en libérant des substances nutritives dans le sol ou en les protégeant contre certains agents pathogènes. Elles jouent un rôle essentiel dans les phénomènes de minéralisation et de fixation d'azote, sous forme libre ou symbiotique. Toutefois, lorsque les conditions sont favorables (température, humidité, plantes carencées ou stressées, blessures…) certaines peuvent proliférer très rapidement et envahir leur hôte.

**Les bactérioses des légumes sont dues à plusieurs groupes de bactéries dont principalement *Pseudomonas sp.* et *Xanthomonas sp.*** Elles sont opportunistes et très polyphages. **Elles peuvent proliférer sur quasiment toutes les espèces botaniques** et aussi bien sur les plantes annuelles que pérennes qui servent de réservoir d'inoculum. Les cultures maraîchères les plus fréquemment atteintes sont la tomate, la laitue et la chicorée, les pois et haricots, l'artichaut, le céleri, les choux (à feuille et à inflorescence), le melon… (▷ **voir tableau 2** ◁).

## Description – Biologie

Bien qu'appartenant à des espèces différentes, les bactéries pathogènes des cultures ont des modes de dissémination et des conditions de développement similaires. Les bactéries sont capables de se maintenir en latence pendant plusieurs années dans l'attente de conditions favorables à leur développement, sur des débris végétaux ou à la surface des semences, des bulbes et des bourgeons. La plupart a besoin, pour proliférer, d'une humidité relative élevée (voire d'eau libre pour se déplacer à la surface du végétal) et de températures de 12°C à 25°C pour *Pseudomonas sp.* et de 20° à 35°C pour *Xanthomonas sp.* Elles pénètrent dans les tissus de la plante par une blessure, même minime (piqûre d'insecte, zone de frottement avec un support, blessure d'outil..), mais aussi par les stomates, voire directement à travers la cuticule. Si les conditions sont favorables, elles se multiplient très rapidement dans les tissus. Elles sont véhiculées par la sève, et se répandent dans tout le système vasculaire de la plante même si les symptômes ne s'expriment pas forcément partout. La maladie peut aussi persister à l'état latent dans le système vasculaire si les températures favorables à l'expression des symptômes sont insuffisantes. Ainsi, elle est très souvent présente dans la plante dès la pépinière, mais les symptômes ne s'expriment que bien plus tard, ce qui rend quasi impossible l'identification de la source de contamination et la prévention par détection de plants atteints. Les cultures peuvent être contaminées à tous les stades : du semis jusqu'au stockage et les symptômes peuvent se manifester sur tous les organes (feuilles, pédoncules floraux, fruits, racines...).

**Le mode de transmission le plus fréquent est via les semences ou les plants contaminés.** Mais les éclaboussures, les outils, le matériel, le personnel travaillant dans les parcelles, l'eau d'irrigation et les insectes (pollinisateurs ou non) sont aussi des voies de transmission possibles.



C. Mazollier/Grab

▷ *Bactériose moelle noire sur tomate*



C. Mazollier/Grab

▷ *Bactériose sur salade*

204105- Folio : q283 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

## Symptômes – Dégâts

L'expression des symptômes est dépendante des conditions de températures : si elles sont défavorables, les bactéries se maintiennent à l'état latent dans la plante sans causer de dégâts. En revanche lorsque les conditions de températures deviennent favorables, elles prolifèrent et les taches et lésions apparaissent. Une forte attaque peut entraîner la mort de la plante, surtout si elle intervient à un stade jeune. En endommageant les feuilles, elles réduisent les capacités de photosynthèse et empêchent une croissance et une fructification correctes. Les bactérioses provoquent aussi l'avortement des fleurs et la chute des jeunes fruits. Les fruits atteints sont invendables et ne se conservent pas (aspect et développement de pourritures dues aux bactéries elles-mêmes et/ou à des champignons opportunistes). Les légumes-feuilles touchés (choux, salades) ne peuvent pas être commercialisés. Dans les grands bassins de production de tomates, melons ou salades, la maladie peut être explosive et détruire des parcelles entières.

**Tableau 2 - Principales bactérioses des cultures maraîchères**

| Espèce cultivée | Nom commun de la maladie | Nom scientifique de la bactérie | Symptômes |
|---|---|---|---|
| ▹ **Artichaut** | Graisse de l'artichaut | *Xanthomonas cynarae* | ▹ **Sur les bractées des capitules :** au printemps, taches d'abord translucides, d'aspect huileux, exsudant un mucus jaunâtre, qui brunissent et deviennent des lésions avec le temps |
| ▹ **Choux** | Nervation noire des Crucifères | *Xanthomonas campestris* | ▹ **Sur les feuilles :** petites nécroses. Le noircissement des nervures, visible surtout à partir de la bordure des feuilles les plus âgées qui se chlorosent et se dessèchent, est le symptôme le plus caractéristique. Les feuilles malades tombent. Mais la maladie réapparaît sur de nouvelles feuilles dès que la température est favorable. |
| ▹ **Fraise** | Bactériose du fraisier = maladie des taches angulaires | *Xanthomonas fragariae* | ▹ **Sur les feuilles :** taches brun-rouge plus ou moins anguleuses pouvant se nécroser. Le réseau nervaire paraît infiltré d'une substance noire qui peut s'étendre à tout un secteur internervaire du limbe. La maladie peut évoluer vers un flétrissement plus ou moins généralisé du feuillage. |
| ▹ **Haricot** | Graisse du haricot | *Pseudomonas syringae pv. phaseolicola et Xanthomonas campestris* | ▹ **Sur les feuilles :** taches huileuses jaunes et translucides évoluant en nécroses brunâtres.<br>▹ **Sur les gousses :** taches huileuses virant au brun. Des exsudats s'écoulent des lésions. |
| ▹ **Laitue - chicorée** | Bactériose | *Pseudomonas cichorii* souvent associé *avec Xanthomonas campestris* | ▹ **Sur les feuilles :** taches brun-noir, de forme irrégulière, avec prolongement brun-rouge le long des nervures. Sur la nervure centrale les taches sont brunes. |
| ▹ **Melon** | Bactériose | *Pseudomonas syringae* | ▹ **Sur les feuilles :** taches vert sombre, huileuses devenant brunes et nécrotiques. Au final la feuille se dessèche.<br>▹ **Sur les tiges :** taches longitudinales, brunes et nécrotiques<br>▹ **Sur fruits :** taches huileuses puis noires devenant nécrotiques |
| ▹ **Poireau** | Graisse du poireau | *Pseudomonas syringae* | ▹ **Sur feuilles :** stries à bordures huileuses. Les jeunes poireaux se dessèchent et meurent. Les feuilles des poireaux plus âgés se déforment en arc de cercle ondulé. |
| ▹ **Pois** | Graisse du pois | *Pseudomonas syringae pv. Pisi* | ▹ Sur les stipules : taches d'aspect humide puis s'agrandissant en forme d'éventail brun violacé<br>▹ Sur les gousses : taches d'aspect huileux parfois accompagnées d'un suintement bactérien |
| ▹ **Pomme de terre** | Pourriture molle / maladie de la jambe noire | *Erwinia carotovora* | ▹ La plante reste naine, la base de la tige devient brune, se décompose et se casse facilement. La maladie se manifeste surtout par une « pourriture humide » qui transforme le tubercule en une masse liquide. |
| ▹ **Tomate** | Moucheture de la tomate | *Pseudomonas syringae* | ▹ **Sur les fruits :** pustules noires en légère dépression, de diamètre < 2 mm |
| ▹ **Tomate** | Gale bactérienne | *Xanthomonas campestris* | ▹ **Sur les fruits :** taches noires craquelées rappelant celles de la tavelure des pommes, jusqu'à 1cm de diamètre, entourées d'un halo graisseux. |

204105- Folio : q284 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Méthodes de lutte

Comme pour les autres maladies, en agriculture biologique, **la lutte contre les bactérioses doit passer prioritairement par la prophylaxie, car la lutte directe ne permet que de limiter les dégâts. Il est en outre très difficile et long d'assainir une parcelle fortement contaminée.**

### Prévention

**Les bactérioses se disséminent essentiellement via les semences et les plants contaminés.** La plus grande vigilance s'impose donc sur leur qualité. En cas de production de semences ou de plants à la ferme, dès l'expression d'un symptôme (même peu apparent) ou juste en cas de doute, la plante ne doit pas servir pour la production de semences ou de plants par multiplication végétative (ex. : artichaut, fraisier).
La succession sur une même parcelle de cultures sensibles est un facteur favorable au maintien du pathogène sur la parcelle, il est recommandé d'espacer les cultures sensibles d'au moins trois ou quatre années.
Il convient d'éviter les excès d'humidité (humectation longue du feuillage, sol durablement détrempé) et les atmosphères confinées, notamment sous abris. Il est préférable d'éviter l'irrigation par aspersion. Les excès de fertilisation azotée, notamment en début de cycle, sensibilisent les plantes aux bactérioses.
Les pieds atteints doivent être arrachés dès les premiers symptômes, en effet les exsudats bactériens s'écoulant des lésions sont d'importantes sources de contamination et de dissémination par contact.
Les résidus de cultures des parcelles contaminées doivent être enfouis profondément ou mieux, sortis de la parcelle et détruits.

### Lutte directe

**Le cuivre est la seule substance autorisée en agriculture biologique** et homologuée en France contre les bactérioses de nombreuses espèces maraîchères (sous ses différentes formes : sulfate, hydroxyde, oxychlorure et oxyde cuivreux). Le cuivre est bactériostatique et agit par contact, il n'est pas systémique, il ne peut donc avoir aucune action sur les bactéries infectant le système vasculaire des plantes atteintes. En d'autres termes **il n'a aucun pouvoir curatif, les plantes touchées sont condamnées. En revanche il peut freiner voire empêcher les contaminations de nouvelles plantes** en empêchant la prolifération des bactéries pathogènes se trouvant à la surface des feuilles (la présence d'eau libre à la surface des feuilles permet la libération des ions cuivreux actifs contre les bactéries, qui utilisent également cette eau libre pour se déplacer avant de pénétrer dans les tissus). **Il doit donc être appliqué en préventif c'est-à-dire être présent sur la plante avant la contamination.** Il contribue aussi à réduire l'inoculum en inhibant le développement des bactéries suintant des lésions des pieds malades. **Le cuivre permet donc de freiner l'extension de la maladie et de protéger les pieds sains.** Il doit être appliqué le plus précocement possible, dès l'apparition des premiers symptômes, et à des doses relativement importantes (attention aux limitations prévues par le règlement AB : ▹ **voir chapitre 2-1** ◃).
Associées à des mesures prophylactiques (arrachage et destruction des pieds atteints), les applications de cuivre permettent de minimiser les dégâts. Elles doivent être renouvelées en fonction des risques de maladie, de la pousse de la végétation et des lessivages (pluie ou irrigation supérieure à 25 mm, sauf pour l'oxyde cuivreux qui est plus persistant).
Selon les années et les conditions météorologiques, le cuivre peut avoir une efficacité bonne à très partielle, il ne doit donc être considéré que comme un complément aux indispensables mesures préventives.

204105- Folio : q285 - Type : qINT-204105 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

## En résumé : les mesures communes à la prévention des maladies fongiques et bactériennes

- ***utiliser des semences, plants et terreaux sains et exempts de pathogène.*** *Etre particulièrement vigilant en cas d'utilisation de semences de ferme (▹ voir chapitre 3-1 ◃) ;*
- ***choisir des espèces et des variétés adaptées*** *aux conditions pédoclimatiques. Des plantes mal adaptées ou en stress sont plus vulnérables aux attaques de champignons et de bactéries ;*
- ***choisir des variétés tolérantes ou résistantes*** *quand elles existent, sinon privilégier celles avec un port dressé, un feuillage léger et aéré, ne favorisant pas la stagnation de l'eau sur le feuillage ou l'humidité au pied,*
- ***favoriser la levée rapide des semis*** *et éventuellement privilégier la plantation au semis lorsque c'est possible,*
- ***mettre en place des rotations longues et diversifiées,*** *en espaçant de plusieurs années les espèces sensibles à un même pathogène. Introduire des engrais verts non hôtes du pathogène et si besoin laisser la parcelle en repos de cultures maraîchères pendant une ou plusieurs années. La diversité des cultures et la fertilisation organique sont aussi les garants d'une diversité des micro-organismes du sol susceptibles d'enrayer le développement des pathogènes ;*
- ***éviter les excès de fertilisation azotée.*** *Utiliser de préférence des composts de bonne qualité et des matières organiques bien décomposées ou assainies ;*
- ***éliminer les adventices*** *qui entretiennent un micro-climat humide dans et autour des cultures. Elles peuvent aussi servir de réservoir d'inoculum à de nombreux champignons pathogènes et de bactéries ;*
- ***éliminer les repousses*** *des cultures de la saison précédente,*
- ***favoriser l'aération et la circulation de l'air entre les rangs et les plantes :***
  - *choisir des parcelles bien ventilées et ensoleillées,*
  - *n'installer les filets anti-insectes que le temps strictement nécessaire, pendant les périodes à risques et surveiller très attentivement l'évolution des cultures dessous,*
  - *veiller à la bonne aération et ventilation des abris,*
  - *adapter la densité de semis au type variétal,*
  - *adopter des modes de conduite (palissage, taille, effeuillage…) qui éloignent les organes aériens (feuilles, fructification) du sol.*
- ***favoriser un bon drainage des parcelles,*** *en adoptant au besoin une conduite en butte ou en planches surélevées, notamment dans les sols lourds, ressuyant et se réchauffant lentement,*
- ***privilégier les systèmes d'arrosage*** *qui évitent de mouiller le feuillage, de créer des éclaboussures ou des ruissellements. Quel que soit le mode d'irrigation choisi, il faut minimiser le temps d'humectation du feuillage ;*
- ***éviter la persistance d'eau ou d'humidité à la surface du sol,*** *en adaptant le mode de conduite et/ou l'irrigation,*
- ***supprimer et détruire les organes et/ou les pieds atteints,*** *dès l'apparition des premiers symptômes,*
- ***identifier les zones contaminées*** *et les travailler en dernier (traitements, entretien du sol, récolte), afin de ne pas introduire les pathogènes dans les parcelles saines,*
- ***désinfecter les outils*** *(eau de javel, eau bouillante) et nettoyer le matériel agricole et de pépinière,*
- ***identifier les zones à risques*** *(zones toujours ou souvent à l'ombre, zones ou l'humidité stagne, proximité des fossés) pour y renforcer le suivi.*

204105- Folio : q286 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

# VIROSES

Un virus n'est pas un être vivant à proprement dit, il s'agit plutôt d'une entité biologique composée de protéines et d'une séquence de gènes. Les virus n'ont pas la capacité de se multiplier de façon autonome, ils ont besoin pour cela d'être introduits dans une cellule vivante hôte et d'utiliser ses capacités enzymatiques pour se multiplier. Les virus peuvent se rencontrer aussi bien chez les bactéries que dans les règnes végétal et animal. Leurs capacités de mutation sont souvent importantes.

## Description des viroses

Dans le règne végétal les virus se transmettent soit pour certains par les semences ou organes de multiplication végétative, soit pour tous par un insecte vecteur (le plus souvent un puceron, mais aussi aleurodes et thrips). **L'insecte vecteur attrape le virus en piquant une plante contaminée et le transmet ensuite à une autre plante lors d'une piqûre d'essai[9] ou de nutrition.** Les modalités de transmission varient selon que le virus est de mode persistant ou non (▹ **voir encadré ci-dessous** ◃). Ils induisent des anomalies de la croissance et/ou de la reproduction : malformations, changement de couleur, stérilité… de la plante hôte, pouvant entraîner sa mort si l'infection intervient à un stade précoce.

**La plante infectée par un virus reste porteuse du virus et donc source potentielle d'inoculum jusqu'à sa mort.** Le temps d'incubation varie d'une à plusieurs semaines.

Différents facteurs influent sur l'évolution et la gravité des viroses : la nature du sol, la nutrition de la plante, le stade à laquelle elle est infectée. Les symptômes sont généralement plus graves à températures basses et s'atténuent avec l'élévation de la température. Une plante exprimant peu de symptômes n'en reste pas moins « contaminante ».

La plante peut être atteinte à tous les stades et aussi bien en plein champ que sous abris. Néanmoins les attaques sont souvent plus graves sous abris en raison du confinement.

### *Virus persistant et non persistant transmis par les pucerons*

*La transmission des virus par les pucerons se fait selon deux modes principaux. Les virus transmis selon le mode non persistant sont acquis très rapidement en quelques secondes par les pucerons au cours de piqûres d'essai. Les pucerons deviennent alors immédiatement infectieux, mais perdent rapidement, en quelques heures, cette capacité à transmettre la maladie lorsqu'ils effectuent des piqûres "d'essai" ou des piqûres de nutrition, plus longues (de l'ordre de quelques minutes). Ce mode de transmission assure une dissémination extrêmement rapide de la maladie, mais limitée dans l'espace.*

*A l'inverse, les virus transmis selon le mode persistant nécessitent des relations plantes-pucerons vecteurs plus spécifiques. Les virus sont en effet acquis au cours de prises alimentaires de longue durée (plusieurs heures). Leur transmission par le puceron au cours de nouvelles prises de nourriture ne peut se faire qu'après un temps de latence au cours duquel ils effectuent un cycle de transformation à l'intérieur du puceron. Dans ce second cas, le puceron conserve son pouvoir infectieux très longtemps.*

*Source : fiche Techn'Itab Maladies communes des cultures légumières en AB*



D. Blancard/Inra

▹ *Mosaïque et taches nécrotiques de la tomate provoquées par le virus Y de la pomme de terre (souche nécrogène). Reflet métallique des taches nécrotiques sur la face inférieure d'une foliole*



D. Blancard/Inra

▹ *Anomalie de la coloration des fruits provoquée par un rhabdovirus*

*9 - Piqûre d'essai : piqûre très brève permettant au puceron de reconnaître si la plante sur laquelle il s'est posé est un hôte favorable à son développement*

204105 - Folio : q287 - Type : qINT-19-14-05 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**Le principal virus se rencontrant sur les cultures biologiques est le virus de la mosaïque du concombre (CMV). C'est un virus de type non persistant qui peut contaminer un très grand nombre d'espèces :** Cucurbitacées (melon, concombre, courgette), Solanacées (tomate, aubergine, piments), épinard, salades.

## Symptômes - dégâts

Les symptômes induits par la majeure partie des virus varient beaucoup. Ils résultent surtout d'anomalies dans la formation et la croissance de la plante, ainsi que dans son fonctionnement. Les principaux symptômes de viroses sont : des déformations pouvant affecter tous les organes ou une partie d'entre eux, du nanisme, des nécroses, des décolorations localisées par taches ou généralisées, affectant surtout les feuilles. Les pertes sont d'autant plus importantes que les infections sont précoces. Dans la majorité des cas, le recours à un diagnostic de laboratoire s'avère nécessaire afin de déterminer avec certitude le virus responsable des symptômes.

La virose du CMV s'exprime par des symptômes plus spécifiques : des mosaïques sur les feuilles (taches jaune et vert-clair). Lorsque les attaques ont lieu précocement, la plante peut être stérile et mourir. Les plantes peuvent aussi rester naines. On observe des déformations des fruits, notamment sur courgettes.

Ce virus est transmis par plusieurs espèces de pucerons : *Aphis gossypii, Myzus persicae* (puceron vert du pêcher), *Aphis fabae* (puceron noir de la féve), *Aphis crassivora* (puceron noir de la luzerne).

Dans chaque famille botanique (Solanacées, Cucurbitacées, Alliacées...), il existe une gamme importante de virus potentiellement présents sur la plante. D'autres virus affectent spécifiquement certaines espèces, comme le virus mosaïque de la laitue ou le virus Y de la pomme de terre. Ces viroses sont traitées dans les ▷ **fiches espèces du tome 2** ◁.

## Méthodes de lutte

Les méthodes de lutte sont communes à tous les types de viroses et consistent d'une part à lutter contre les vecteurs de la maladie et d'autre part à réduire les sources d'inoculum.

### Prévention

**La méthode préventive de base est l'utilisation de semences et de plants sains (plants certifiés),** en effet certains virus peuvent être transmis par les semences et/ou les organes végétatifs contaminés. Le processus de certification des plants est en place en partie pour répondre à l'exigence de plants indemnes de ce type de pathogène.

**Il est préférable d'utiliser des variétés tolérantes ou résistantes quand elles existent** (courgette, concombre, aubergine) et que le contexte des parcelles est connu pour sa sensibilité à ce type de problème.

### Lutte contre le vecteur : limiter les pucerons

Il faut absolument éviter les contaminations précoces. Pour cela, les pépinières doivent être protégées par des filets anti-insectes, de même que les ouvrants des abris.

204105- Folio : q288 - Type : qINT-204105 13:43:33
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

Les pucerons étant attirés par les couleurs vertes et jaunes, et repoussés par les surfaces réfléchissant la lumière ou le ciel, il est donc possible de les dissuader de se poser sur les cultures en installant des paillages ou des bandes réfléchissantes, sous ou dans les cultures à protéger (▷ **voir chapitre 2-3** ◁).

## Réduction des sources d'inoculum

Une plante infectée ne peut pas être guérie, et elle devient en plus un réservoir d'inoculum. Il est donc préférable de détruire les plantes atteintes, notamment au stade jeune car elles ne produiront que peu ou pas.

L'implantation de plantes à fort développement végétatif autour des cultures maraîchères (sorgho, maïs, tournesol) permet de jouer le même rôle de barrière : les pucerons effectuent leurs piqûres d'essai sur ces plantes sur lesquelles ils se « déchargent » de leur virus.

De nombreuses plantes adventices (mouron des oiseaux et mouron blanc, morelle noire), ainsi que des plantes sauvages ligneuses et herbacées peuvent servir de réservoir au CMV. Il faut donc, notamment sous-abris, éliminer les adventices ainsi que les repousses des cultures des années précédentes qui peuvent servir de source d'inoculum pour les virus.

204105- Folio : q289 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# SOURCES

## Ouvrages


- Béliard E. 2003. **Ennemis communs aux cultures légumières en AB.** Fiche 1 : maladies communes. Ed.Techn'Itab
- De Sangosse. 2010. Fiche technique Ampelomyces quisqualis.
- Fredon Nord pas de Calais. **Les sclérotinioses en cultures maraîchères.**
- Inra. 2005. **La bactériose du melon.** Ed. Inra
- Lambion J & Roux L. (Grab). 2006. **Lutte contre le mildiou *(Pseudoperonospora cubensis)* en culture de concombre biologique.** Ed. Grab
- Minost C. 2002. **Lutte biologique contre les oïdiums, quoi de neuf ?** Alter Agri n°52. Ed. Itab
- Itab-Grab. 2001. **Actes des journées techniques Fruits et Légumes.** Bouvines. Ed. Itab.
- Unilet. 2009. **Méthodes alternatives.** Recommandations prophylactiques pour les pois de conserves, haricot, épinard, carotte.
- Werner E. Heller. 2009. **Rhizoctonia solani (Kühn), cause de pourritures racinaires sur de nombreuses cultures.** Ed. Agroscope Changins www.acw.admin.ch
- Weill A. et Duval J. 2009. **Guide de la gestion globale de la ferme biologique et diversifiée.** Chapitre 19 : Maladies et ravageurs. Ed. Equiterrre.


## Bases de données et sites Internet

- www.lnra.fr/hyp3/pathogene.htm
- http://ephytia.lnra.fr
- www.fruits-et-legumes.net/

# RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**
- Monique Jonis (Itab)

**Relecture**
- Marie-Laëtitia Melliand, Blaise Leclerc, Aude Coulombel, Mathieu Conseil (Itab)
- Rémi Bonnaure (Iteipmai)
- Frédérique Bressoud (Inra Alénya)
- Jérôme Lambion (Grab)
- Manu Bué (Gab 29)
- Christophe Cardet, Rosalie Dutertre et Maelle Krzyzanowski (CDDL49, Chambre d'Agriculture Maine)

204105- Folio : q290 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

# 2-5 PROTECTION BIOLOGIQUE DES LÉGUMES

**La définition de la protection (lutte) biologique donnée par les statuts de l'OILB[1] est la suivante : « Utilisation par l'homme d'ennemis naturels tels que prédateurs*, parasitoïdes* ou agents pathogènes pour contrôler des populations d'espèces nuisibles et les maintenir en dessous du seuil de nuisibilité ». Elle ne vise donc pas l'éradication du ravageur mais s'applique principalement à réduire sa nuisibilité. Elle peut aussi concerner le contrôle des maladies. Ce guide présente ses applications pour la protection des cultures mais elle est aussi utilisée en élevage pour combattre certains parasites du bétail, et dans des domaines non agricoles notamment pour lutter contre les espèces envahissantes. Son principal avantage est d'éviter d'utiliser des substances biocides* traumatisantes pour l'équilibre des écosystèmes, susceptibles de laisser des résidus dans les aliments et/ou l'environnement (eaux, sol, air), et potentiellement nocives pour l'utilisateur.**

**Contrairement à ce que le nom pourrait laisser penser, la protection biologique n'est pas réservée à l'agriculture biologique, elle est aussi largement utilisée en agriculture conventionnelle, notamment sous abris.**

**Dans ce chapitre, il sera principalement question de la protection biologique au sens strict c'est-à-dire lorsqu'il y a une intervention directe de l'agriculteur pour introduire un organisme capable de réguler voire réduire les populations des ennemis des cultures. Les méthodes indirectes visant à encourager la mise en place d'équilibres naturels et à favoriser la présence et le développement des auxiliaires indigènes* sont traitées particulièrement dans le chapitre sur la biodiversité fonctionnelle*** (▷ voir chapitre 2-1 ◁)**.**

*1 - OILB : Organisation internationale de lutte biologique ou IOBC : International organization for biological control*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q291 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata



## En résumé

*La lutte biologique ne vise pas l'éradication des ravageurs mais vise à contrôler leur population et à réduire leur nuisibilité. Elle n'est pas réservée à l'agriculture biologique, elle est aussi largement utilisée en agriculture conventionnelle, notamment sous abris.*

*Les principales méthodes de lutte biologique sont :*

- ***la lutte par conservation :*** *il s'agit de préserver voire de favoriser les auxiliaires naturellement présents dans et aux abords des parcelles cultivées,*
- ***la lutte par introduction-acclimatation :*** *il s'agit d'introduire un auxiliaire non indigène* avec l'objectif qu'il s'acclimate et contrôle durablement un ravageur. Cette méthode présente des risques pour les écosystèmes : un auxiliaire aujourd'hui peut devenir un ravageur demain !*
- ***la lutte par lâchers d'auxiliaires indigènes*** *(ou non indigènes mais dont on est certain qu'ils ne se maintiendront pas d'une année sur l'autre) :*
  - *Les lâchers inoculatifs : les auxiliaires sont introduits en petite quantité, l'objectif étant qu'ils s'installent dans le milieu et se multiplient rapidement. Pour que leur population atteigne un niveau suffisant avant l'apparition du ravageur, ils ont souvent besoin d'un hôte intermédiaire ;*
  - *Les lâchers inondatifs : les auxiliaires sont introduits en grande quantité, ils sont immédiatement actifs sur les populations de ravageurs qui doivent être déjà bien présents au moment de l'introduction.*

*Les auxiliaires utilisés sont des insectes prédateurs ou parasitoïdes, ainsi que des acariens et des nématodes. Certains produits phytopharmaceutiques utilisables en AB sont loin d'être anodins pour les auxiliaires, c'est le cas du spinosad, du soufre et des pyrèthres, qui peuvent avoir des effets dépressifs importants sur certaines espèces d'auxiliaires.*

204105 - Folio : q292 - Type : qINT-19-04-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# UTILISER LES RELATIONS INTERSPÉCIFIQUES EXISTANT DANS LA NATURE

Les méthodes de protection biologique contre les organismes nuisibles aux cultures exploitent les mécanismes naturels de régulation des populations. Elles supposent donc une bonne compréhension des relations ravageur/auxiliaire, mais aussi une connaissance approfondie des interactions entre les organismes présents dans un environnement naturel donné. Le succès d'une introduction d'auxiliaires n'est pas possible sans ces préalables. Les recherches pour mettre au point des méthodes biologiques sont donc souvent longues et la réussite de la lutte demande à l'agriculteur précision et technicité.

> *« L'emploi d'organismes vivants comme auxiliaires de lutte biologique entraîne forcément des conséquences, parfois à long terme, sur tout ou partie des autres organismes en interaction directe ou indirecte avec la cible et/ou l'organisme à protéger. »*
>
> *Source : La lutte biologique, Lydie Suty.*

## Mécanismes de régulation naturelle

La protection que l'on peut apporter par l'utilisation d'un auxiliaire résulte de plusieurs mécanismes naturels de régulation qui interagissent souvent de façon complexe. **La lutte biologique exploite donc isolément ou simultanément les trois mécanismes écologiques suivants : prédation, parasitisme et/ou compétition entre espèces** (▷ **voir chapitre 2-1** ◁).

## Espèces spécialistes vs espèces généralistes

Pour la lutte biologique, il est important que l'auxiliaire qui est utilisé cible spécifiquement le ravageur, et ne s'attaque pas, par exemple, à d'autres auxiliaires. Pour s'assurer de la spécificité d'action des organismes auxiliaires, la préférence est donc généralement donnée à des espèces dites spécialistes par rapport aux espèces généralistes. C'est pourquoi les prédateurs* sont moins souvent mis en œuvre que les parasitoïdes*, même si cette règle connaît des exceptions comme celle des coccinelles, prédatrices certes, mais spécialisées, pour la plupart, dans la consommation des pucerons (espèces aphidiphages*).

Les prédateurs polyphages tels que les carabes, les staphylins… sont donc peu utilisés dans des opérations de lutte biologique proprement dites « par lâchers » (par augmentation ou introduction). Ils sont néanmoins particulièrement utiles au maintien à long terme des équilibres biologiques et leur présence doit être favorisée dans le cadre de mesures visant à préserver la biodiversité naturelle des parcelles (▷ **voir chapitre 2-1** ◁).

** Voir glossaire*

204105- Folio : q293 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



# PRINCIPALES MÉTHODES DE LUTTE BIOLOGIQUE

## Lutte biologique par conservation

**Il s'agit de préserver voire de favoriser les auxiliaires naturellement présents dans et aux abords des parcelles cultivées.** C'est une nécessité en agriculture biologique où les moyens de lutte directe sont peu nombreux et souvent d'une efficacité partielle. L'installation d'équilibres entre les populations d'auxiliaires et de ravageurs permet de limiter fortement le recours à une lutte directe. Néanmoins les parcelles agricoles, notamment en maraîchage, sont des milieux très fortement artificialisés (particulièrement sous abris) où ces équilibres naturels sont difficiles à mettre en place et qui restent de toute façon fragiles. L'agriculteur doit donc porter une attention particulière à l'introduction d'une diversité cultivée et sauvage et veiller à utiliser des méthodes culturales les moins perturbantes possible pour l'agrosystème. (▹ **Voir chapitre 2-1** ◃).

## Lutte biologique par introduction - acclimatation

**Il s'agit d'introduire un auxiliaire non indigène* dans l'objectif qu'il s'acclimate et contrôle durablement un ravageur.** Cette méthode est essentiellement utilisée dans le cas de la lutte contre un ravageur lui-même introduit, le plus souvent accidentellement, et qui prolifère alors de façon exponentielle car il ne trouve pas de régulateur naturel dans ce nouvel environnement (ravageur, parasite, parasitoïde voire conditions climatiques). Il faut alors effectuer des recherches dans la zone d'origine du ravageur introduit pour identifier ses facteurs naturels de régulation. Dans certains cas, après des études approfondies et complexes, ces recherches aboutissent à l'introduction d'un auxiliaire susceptible de le contrôler. Cet auxiliaire doit présenter plusieurs caractéristiques :

- ▹ pouvoir être multiplié en élevage. Pour cela son alimentation et sa reproduction doivent être maitrisées, ce qui peut être plus ou moins complexe en fonction de sa biologie ;
- ▹ pouvoir survivre et se développer dans le nouveau milieu. Il sera soit capable de se maintenir d'une année sur l'autre, soit devra être réintroduit tous les ans, ce qui augmente bien sûr le coût de la lutte ;
- ▹ ne pas présenter de risques pour la faune indigène*, c'est-à-dire qu'il devra s'attaquer spécifiquement au ravageur visé, d'où la préférence donnée au parasitoïde même si cela implique des contraintes supplémentaires notamment pour la maîtrise de l'élevage.

Bien que les cas d'introduction accidentelle de ravageurs soient en augmentation en raison de l'amplification des échanges entre toutes les parties du monde, **cette méthode de lutte biologique reste peu développée.** En effet, son coût, la longueur des recherches nécessaires pour identifier puis acclimater les auxiliaires et surtout les risques d'effets non intentionnels liés à l'introduction d'une nouvelle espèce dans un milieu donné sont autant de freins à sa mise en place. **Si certains cas d'introduction ont été des succès, les exemples malheureux sont nombreux et souvent lourds de conséquences pour les systèmes indigènes*.** En effet, même s'il arrive que les populations d'auxiliaires introduits périclitent, une introduction est par définition irréversible et ses conséquences potentielles sur l'écosystème indigène doivent faire au préalable l'objet d'études approfondies.

** Voir glossaire*

204105- Folio : q294 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigota

### *Auxiliaire aujourd'hui, mais ravageur demain : cas de la coccinelle asiatique* Harmonia axyridis



Inra

*Cette espèce a été introduite volontairement comme auxiliaire de lutte biologique contre les pucerons et autres Insectes à corps mous. Par rapport à ces consœurs indigènes, elle présente l'avantage de pouvoir être élevée très facilement, elle a une fécondité élevée et une voracité à l'avenant. Elle s'adapte à tous les milieux et est assez polyphage. Introduite comme auxiliaire, elle s'est rapidement développée pour devenir une espèce invasive qui concurrence les espèces de coccinelles indigènes car elle est plus compétitive (reproduction plus rapide) et peut même consommer les œufs et les larves des autres coccinelles si les proies habituelles se font rares. Bref, elle est en quelques années passée du statut d'auxiliaire à celui d'espèce indésirable aussi bien en Europe qu'aux USA. Autres inconvénients, dans les zones où elles abondent, au moment des vendanges, les quantités de coccinelles récoltées avec les grappes sont telles qu'elles confèrent aux vins des goûts désagréables qui les rendent invendables. Dans ce cas une introduction irréfléchie ou insuffisamment étudiée d'une espèce exotique, menace l'équilibre des écosystèmes (aux USA certaines espèces de coccinelles indigènes sont menacées par la présence intempestive d'*Harmonia axyridis*).*

Cette méthode de lutte biologique est principalement utilisée dans les écosystèmes naturels pour lutter contre une espèce envahissante mais elle est aussi employée dans les systèmes agricoles de plein champ et sous abris.

## Lutte biologique par lâchers inondatifs ou inoculatifs

Il s'agit d'introduire soit des auxiliaires indigènes, en vue d'augmenter artificiellement leur population et accroitre ainsi la pression de prédation ou de parasitisme sur les organismes ravageurs ciblés, soit des auxiliaires non indigènes mais dont on sait qu'ils ne se maintiendront pas d'une saison sur l'autre. Deux stratégies sont alors possibles, en fonction du ravageur visé et de son seuil de nuisibilité :

- **Les lâchers inoculatifs :** les auxiliaires sont introduits en petite quantité, l'objectif étant qu'ils s'installent dans le milieu et se multiplient rapidement. Pour que leur population atteigne un niveau suffisant avant l'apparition du ravageur, ils ont souvent besoin d'un hôte intermédiaire ;
- **Les lâchers inondatifs :** les auxiliaires sont introduits en grande quantité, ils sont immédiatement actifs sur les populations de ravageurs qui doivent être déjà bien présents au moment de l'introduction pour éviter que l'auxiliaire ne dépérisse par manque de « nourriture ». Cette option est plus coûteuse puisque la quantité d'auxiliaires est plus importante qu'avec les lâchers inoculatifs.

En production de légumes, ces lâchers sont principalement utilisés sous abris. **Ce type de lutte biologique par lâchers n'est pas forcément durable** (l'auxiliaire ne se maintient pas d'une saison sur l'autre, notamment lorsque les populations de ravageurs redeviennent très faibles à nulles), **mais il permet de protéger une culture pendant une période donnée** (floraison, fructification). Les auxiliaires de lutte commercialisés relèvent d'une de ces deux stratégies de lâcher, il convient lorsque c'est possible de privilégier les lâchers d'organismes indigènes. Par exemple la punaise *Macrolophus pygmaeus* (= *caliginosus*) est indigène en Provence mais est fréquemment utilisée dans le nord de la France pour la lutte biologique sous abris.

204105- Folio : q295 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata



### *Règlementation concernant l'introduction d'auxiliaires de lutte biologique.*

*Les auxiliaires de lutte biologique ne sont pas considérés comme des produits phytopharmaceutiques, contrairement aux micro-organismes. Ils font donc l'objet d'une règlementation particulière, récemment modifiée et entrée en vigueur le 1er juillet 2012. C'est le décret n°2012-140 du 30 janvier 2012 « relatif aux conditions d'autorisation d'entrée sur le territoire et d'introduction dans l'environnement de macro-organismes non indigènes utiles aux végétaux, notamment dans le cadre de la lutte biologique », qui encadre l'introduction de nouveaux auxiliaires. Cette règlementation vise principalement à prévenir les risques d'effets non intentionnels de l'introduction d'organismes non indigènes dans l'environnement (prolifération, compétition vis-à-vis d'espèces indigènes, effets agronomiques indésirables, transmission de maladies…). Une mauvaise évaluation de ces risques peut induire à plus ou moins long terme des préjudices tant écologiques qu'économiques, d'autant plus graves que par principe, l'introduction d'une espèce est difficilement réversible.*

*Les organismes indigènes utilisés notamment pour la lutte biologique par augmentation ne sont pas concernés par cette législation.*

*Au niveau mondial, pour éviter les conséquences parfois catastrophiques des introductions intempestives, la Convention internationale de la protection des plantes des Nations Unies a mis en place un « Code de conduite pour l'importation et le lâcher d'organismes de contrôle exotiques ».*

# PRINCIPAUX AUXILIAIRES UTILISÉS EN LUTTE BIOLOGIQUE

Si la lutte biologique fait appel à une grande diversité d'organismes, dans le domaine de l'agriculture, les auxiliaires sont très majoritairement des insectes, même si des acariens, des nématodes et des micro-organismes -on parle alors de lutte microbiologique- sont aussi utilisés. A noter que les micro-organismes sont règlementés comme des produits phytopharmaceutiques : ils font l'objet de dossiers d'évaluation et sont soumis aux AMM (▷ **voir chapitre 2-2** ◁). A ce titre ils ne sont pas traités dans cette partie mais dans celle concernant la lutte directe (▷ **voir chapitre 2-2** ◁).

Les auxiliaires décrits ici sont ceux les plus couramment commercialisés dans le cadre de lâchers (inoculatifs ou inondatifs), principalement sous abris. Les auxiliaires « sauvages », naturellement présents dans les parcelles et capables de réguler les populations des ravageurs sans intervention humaine sont décrits dans le chapitre sur la biodiversité fonctionnelle* (▷ **voir chapitre 2-1** ◁).

## Insectes auxiliaires

Les insectes commercialisés pour la lutte biologique sont principalement des prédateurs appartenant à une grande variété d'ordres : Hémiptères, Diptères, Coléoptères… Des parasitoïdes sont également disponibles, ils sont plus spécialisés que les prédateurs et visent essentiellement à éviter les proliférations de pucerons et d'aleurodes sous abris.

** Voir glossaire*

204105 - Folio : q296 - Type : qINT-19-14-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Insectes prédateurs

Les insectes prédateurs utilisés en lutte biologique sont essentiellement polyphages, même s'ils ont souvent une préférence pour un ravageur (indiquée en gras dans le ▹ **tableau 1** ◃). Ils sont principalement utilisés sous abris mais peuvent aussi pour certains être naturellement présents ou bien introduits en plein champ, le risque est alors qu'ils s'en aillent si les populations de leurs proies ne sont pas assez importantes. Pour la plupart des prédateurs utilisés, les larves aussi bien que les adultes se nourrissent des ravageurs cibles.

**Tableau 1 - Principaux insectes prédateurs utilisés pour la protection biologique des cultures**

| Type d'insecte | Nom du prédateur | Ravageurs cibles (en gras leur cible préférée) | Cultures |
|---|---|---|---|
| ▹ **Punaise miride (Hémiptère)** | *Macrolophus pygmaeus (caliginosus)* | **Aleurodes,** Acariens, pucerons, *Tuta absoluta* | ▹ Aubergine, tomate |
| | *Nesidiocoris tenuis* | **Aleurodes,** *Tuta absoluta* (œufs, larves) | ▹ Tomate, aubergine sous abri. Attention, les punaises peuvent aussi être des ravageurs. |
| ▹ **Punaise anthocoride (Hémiptère)** | *Orius laevigatus, O.insidiosus* et *O. majusculus* | **Thrips,** Acariens, aleurodes, pucerons | ▹ Aubergine, fraise, concombre, haricot, melon, poivron |
| ▹ **Coléoptère** | *Atheta coriaria* | **Thrips californien** *(Frankliniella occidentalis),* Noctuelles terricoles (œuf et premier stade larvaire), Mouche des terreaux | ▹ Cultures légumières sous abris |
| | Coccinelle : *Adalia bipunctata* | **Pucerons :** *Aphis gossypii* et *Myzus persicae* | ▹ Aubergine, concombre, haricot, melon, poivron |
| | Coccinelle : *Delphastus catalinae* | **Aleurodes** (œufs et larves), Acariens, pucerons | ▹ Cultures légumières |
| ▹ **Névroptère** | Chrysopes (larves) | **Pucerons,** Acariens, thrips, aleurodes | ▹ Cultures légumières |
| ▹ **Cécidomyie (Diptère)** | *Feltiella acarisuga* | **Acariens** | ▹ Aubergine, fraise, concombre, haricot, melon, poivron, pépinière |
| | *Aphidoletes aphidimyza* | **Pucerons** | ▹ Aubergine, concombre, haricot, tomate, melon, poivron, pépinière |
| ▹ **Syrphe (Diptère)** | *Episyrphus balteatus* | **Pucerons** | ▹ Poivron |



L. Fourrié

▹ *Nymphe de coccinelle*



R. Coutin/Inra

▹ *Larve de chrysope et pucerons verts*



J.Daumal/Inra

▹ *Larves d'*Aphidoletes aphidimyza *prédatant le puceron* Megoura viciae

204105- Folio : q297 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigota



## Insectes parasitoïdes

**Les insectes parasitoïdes utilisés pour la protection biologique (principalement pour les cultures sous abris) sont surtout des micro-guêpes de l'ordre des Hyménoptères.** Elles pondent leurs œufs dans les larves d'aleurodes ou dans les pucerons puis leurs larves se développent rapidement aux dépends de l'hôte qui cesse de se nourrir (endo-parasitisme). Lorsque le parasitoïde émerge, il ne reste plus que la momie de son hôte. Les adultes de parasitoïdes peuvent aussi être des prédateurs directs des larves du ravageur cible.

▷ **Intérêts :** les parasitoïdes sont immédiatement opérationnels, et leur population va suivre l'évolution de la population de ravageurs, d'autant que les parasitoïdes sont très mobiles et capables de prospecter toute la culture pour découvrir les foyers de ravageurs. Il peut être important de prévoir des plantes relais pour que les parasitoïdes se maintiennent même si la population de ravageurs vient à être insuffisante. Le coût des parasitoïdes est relativement peu élevé ;

▷ **Inconvénients :** les parasitoïdes étant spécifiques, il est important de lâcher l'espèce qui sera capable de parasiter les ravageurs présents sur la culture, il faut donc faire une identification correcte de l'espèce de puceron (▷ **voir tableau 2** ◁).

**Tableau 2 – Principaux insectes parasitoïdes utilisés pour la protection biologique des cultures**

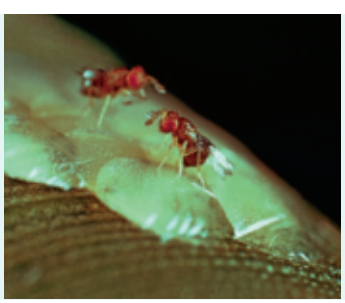
| Insecte parasitoïde | Ravageurs cibles | Cultures |
|---|---|---|
| ▷ ***Encarsia formosa*** | ▷ *Trialeurodes vaporariorum* | ▷ Aubergine, fraise, concombre, haricot, courgette, tomate, melon, poivron |
| ▷ ***Eretmocerus eremicus*** | ▷ *Trialeurodes vaporariorum,*<br>▷ *Bemisia tabaci* | ▷ Aubergine, fraise, concombre, haricot, tomate, melon, poivron |
| ▷ ***Eretmocerus mundus*** | ▷ *Bemisia tabaci* | ▷ Poivron, tomate |
| ▷ ***Aphelinus abdominalis*** | ▷ **Pucerons :** *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani* | ▷ Melon, tomate, fraise, pépinière |
| ▷ ***Aphidius ervi*** | ▷ **Pucerons :** *Macrosiphum euphorbiae* et *Aulacorthum solani* | ▷ Aubergine, fraise, concombre, haricot, tomate, melon, poivron, pépinière |
| ▷ ***Aphidius colemani*** | ▷ **Pucerons :** *Aphis gossypii, Myzus nicotianae, Myzus persicae* | ▷ Aubergine, fraise, concombre, haricot, tomate, melon, poivron, pépinière |
| ▷ ***Trichogramma brassicae*** | ▷ Pyrale du maïs | ▷ Maïs, poivron |
| ▷ ***Trichogramma achaeae*** | ▷ *Tuta absoluta* | ▷ Tomate |
| ▷ ***Trichogramma evanescens*** | ▷ Noctuelles *(Helicoverpa, Chrysodeixis)* | ▷ Tomate |
| ▷ ***Diglyphus isaea*** **(ecto-parasite[2])** | ▷ Mouches mineuses (larves) | ▷ Aubergine, haricot, melon, poivron, tomate |

2 - *Ecto-parasite : parasite externe, c'est-à-dire qui vit sur la surface d'un être vivant. Chez l'humain : tique, pou, puce...*



*J.Gambier/Inra*

▷ *Piqûre d'*Aphelinus abdominalis *sur puceron*



*J. Pizzole/INRA*

▷ Trichogramma brassicae Bezdenko *parasitant une ooplaque de pyrale du maïs* (Ostriania nubilalis)



*J.Gambier/Inra*

▷ *Adulte femelle de* Diglyphus isaea

204105- Folio : q298 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

### *Recherche en cours sur la teigne des Crucifères* (P. xylostella)

*C'est à la demande des agriculteurs bretons que ce programme de recherche a été développé, afin de mettre en place une protection biologique intégrée contre cette teigne. Ce sont plus particulièrement les producteurs de semences (production à forte valeur ajoutée) qui sont demandeurs, car l'utilisation des pesticides est très contraignante pour le personnel (une fois par semaine, interdisant toute autre activité) et peu compatible avec les pollinisateurs qui sont indispensables pour la production de semences.*

*Les résultats ont montré que l'espèce d'Hyménoptère parasitoïde* Trichogramma chilonis *apparaît comme le meilleur candidat pour lutter contre* P. xylostella *en serre de choux-fleurs en France, de par son comportement adapté à la recherche d'œufs isolés et son efficacité parasitaire en grandeur réelle. De plus, elle est adaptée à tous les stades de la culture et à une large gamme de températures. Cependant, son utilisation peut rencontrer des difficultés à cause de son origine exotique. L'espèce* Trichogramma evanescens, *dont l'efficacité parasitaire est moindre mais correcte, pourrait lui être préférée car c'est une espèce indigène. Toutefois, le pourcentage de parasitisme moyen obtenu étant seulement de 40 %, il est nécessaire d'envisager l'utilisation de ces trichogrammes en conditions réelles en association avec une méthode complémentaire de lutte (parasitoïde larvaire, BT, etc.) pour que ce soit économiquement et techniquement viable.*

***Source : Alter Agri n°108. Ed. ITAB***

## Acariens prédateurs

Les acariens appartiennent à la famille des Arachnides. Leur diversité est telle que certaines espèces sont des ravageurs des cultures (▹ **voir chapitre 2-3** ◃), tandis que d'autres sont des auxiliaires ! Ainsi, certaines espèces d'acariens se nourrissent principalement d'acariens phytophages, mais aussi parfois d'aleurodes et de thrips (▹ **voir tableau 3** ◃). Ces acariens prédateurs peuvent être naturellement présents sur les cultures ou bien introduits, notamment sous abris.

**Tableau 3 - Principales espèces d'acariens prédateurs utilisées pour la protection biologique des cultures**

| Acarien prédateur | Ravageurs cibles | Cultures |
|---|---|---|
| ▹ ***Amblyseius swirskii*** | ▹ Œufs et larves d'aleurodes, acariens, thrips *(Frankliniella occidentalis)* | ▹ Cultures légumières |
| ▹ ***Neoseiulus (Amblyseius) californicus*** | ▹ Tétranyque tisserand et autres acariens phytophages | ▹ Aubergine, fraise, concombre, haricot, melon, poivron, pépinière |
| ▹ ***Amblyseius andersoni*** | ▹ Tétranyque tisserand et autres acariens phytophages | ▹ Haricot |
| ▹ ***Amblyseius degenerans*** | ▹ Thrips *(Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci)* | ▹ Aubergine, poivron |
| ▹ ***Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris*** | ▹ Thrips *(Frankliniella occidentalis* et *Thrips tabaci)* | ▹ Aubergine, fraise, concombre, haricot, melon, poivron |
| ▹ ***Phytoseiulus persimilis*** | ▹ Tétranyque tisserand et autres acariens phytophages | ▹ Cultures légumières |



*JC. Onillon/Inra*

▹ *Adultes de l'acarien prédateur* Phytoseiulus persimilis

204105- Folio : q299 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

## Nématodes auxiliaires

Surtout connus pour être des ravageurs, les nématodes peuvent aussi – pour certaines espèces - être des alliés. **Bien qu'encore peu utilisés pour la lutte biologique, quelques espèces sont déjà commercialisées** (▷ **voir tableau 4** ◁) et des recherches sont en cours pour identifier et utiliser d'autres espèces pour la protection des cultures. Ils sont considérés comme des macro-organismes et suivent donc la règlementation relative à cette catégorie. L'efficacité des produits à base de nématodes dépend totalement des conditions de température et d'humidité.

**Tableau 4 – Principaux nématodes utilisés pour la protection biologique des cultures**

| Nématode auxiliaire | Ravageurs cibles | Cultures |
|---|---|---|
| ▷ ***Phasmarhabditis hermaphrodita*** | ▷ Limaces | ▷ Cultures légumières sous abris et de plein champ |
| ▷ ***Steinernema feltiae*** | ▷ Thrips (larves et pupes), mouche des terreaux (larves) | ▷ Cultures légumières, pépinière |
| ▷ ***Heterorhabditis bacteriophora*** | ▷ Otiorhynque | ▷ Fraisier |

# LUTTE BIOLOGIQUE ET USAGE DE PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES

Bien que le nombre de produits utilisables en agriculture biologique soit extrêmement réduit, certains sont loin d'être anodins pour les auxiliaires, **c'est le cas du spinosad, du soufre et des pyrèthres, qui peuvent avoir des effets dépressifs importants sur certaines espèces d'auxiliaires** (▷ **voir tableau 5** ◁). Les lâchers d'auxiliaires ne sont pas compatibles avec les traitements utilisant ces produits. Ils sont cependant peu rémanents

204105- Folio : q300 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

**Tableau 5 - Effets non intentionnels sur les auxiliaires de quelques insecticides / acaricides utilisables en AB**

| Auxiliaires | Stade | Pyrèthres | Spinosad | Soufre | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Poudrage | Pulvérisation |
| **INSECTES PRÉDATEURS** | | | | | |
| ▷ *Macrolophus pygmaeus (= caliginosus)* | Larve | ■ | ■ | ? | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ? | ■ |
| ▷ *Orius sp* | Larve | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ Coléoptères | Larve | ■ | ■ | ? | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ Chrysopes (larves) | Larve | ■ | ■ | ? | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ? | ■ |
| ▷ *Feltiella acarisuga* | Larve | ■ | ■ | ? | ■ |
| | | ■ | ■ | ? | ■ |
| ▷ *Aphidoletes aphidimyza* | Larve | ■ | ■ | ? | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ? | ■ |
| **INSECTES PARASITOÏDES** | | | | | |
| ▷ *Aphidius sp.* | Larve | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ *Diglyphus isaea* | Larve | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ *Encarsia formosa* | Larve | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ *Eretmocerus sp.* | Larve | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ *Trichogramma sp.* | Larve | ■ | ? | ? | ■ |
| | | ■ | ■ | ? | ■ |
| **ACARIENS PRÉDATEURS** | | | | | |
| ▷ *Neoseiulus (Amblyseius) californicus* | Larve/ adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ *Neoseiulus (Amblyseius ) cucumeris* | Larve/ adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ *Amblyseius degenerans* | Larve/ adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ▷ *Amblyseius swirskii* | Larve/ adulte | ? | ■ | ■ | ■ |
| ▷ *Phytoseiulus persimilis* | Larve/ adulte | ■ | ■ | ■ | ■ |

*Sources : ce tableau a été réalisé à partir de plusieurs sources (fournisseurs d'auxiliaires, base e-phy), lorsque les données diffèrent entre les sources, c'est toujours l'information correspondant au plus grand risque pour l'auxiliaire qui a été retenue*

**ATTENTION**

**Les pyrèthres sont des substances actives autorisées en AB, mais aucune spécialité commerciale ne possède d'homologation légumes pour un usage professionnel. Seuls quelques produits sont autorisés en gamme jardin**
**▷ voir chapitre 2.2 ◁.**

■ *Peu toxique, mortalité< 25%*

■ *Moyennement toxique, 25% <mortalité< 50%*

■ *Toxique ; 50% <mortalité< 75%*

■ *Très toxique ; mortalité > 75%*

? *Donnée non disponible*

204105- Folio : q301 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# QUELQUES EXEMPLES DE LUTTE BIOLOGIQUE

## Lutte biologique par parasitisme : nématode contre limaces

*Phasmarhabditis hermaphrodita* (ver microscopique) est un nématode qui parasite spécifiquement les limaces. *P. hermaphrodita* est actif lorsque la température est comprise entre 5°C et 20°C, avec un optimum à 15°C et lorsque le sol est suffisamment humide. Il recherche alors activement les limaces présentes dans le sol et rentre dans leur organisme par l'orifice respiratoire. Des bactéries vivant en symbiose* avec le nématode se libèrent alors et se multiplient très rapidement dans le corps de la limace. Elles servent d'aliments aux nématodes qui se multiplient aussi dans la limace, créant un phénomène « exponentiel ». Après quelques jours, la limace parasitée cesse de s'alimenter et présente un gonflement caractéristique du manteau. Sa décomposition permet la libération des nématodes nouvellement produits qui peuvent alors se mettre à leur tour à la recherche d'autres limaces à parasiter.

Cette lutte biologique peut se pratiquer sous abris quasi toute l'année et en plein champ de mars à novembre. Une application de *P. hermaphrodita* permet de protéger les cultures contre les limaces pendant au minimum six semaines si les conditions de température et d'humidité optimales sont réunies. Au terme de ce délai, l'activité des nématodes est souvent freinée en raison de la diminution de leurs proies et/ou de l'apparition naturelle de prédateurs eux-mêmes friands de ces nématodes.

Cette lutte souffre de deux handicaps : une efficacité aléatoire car très dépendante des conditions d'humidité et de température et un format de commercialisation peu avantageux : petits conditionnements et coût assez élevé.

## Lutte biologique contre les pucerons sous abris grâce à des parasitoïdes *(Aphidius colemani* et *A.ervi)* avec utilisation de plantes-relais

*A.colemani* et *A. ervi* sont des micro-guêpes parasitoïdes des pucerons. Elles pondent dans les larves ou les adultes de pucerons qui cessent alors de se nourrir et de produire du miellat. Le puceron dans lequel se développe la larve de l'*Aphidius* gonfle, change de couleur et devient cassant, on dit qu'il se momifie. Lorsqu'après plusieurs stades larvaires à l'intérieur du puceron la larve d'*Aphidius* atteint le stade adulte, elle émerge de la momie*, s'accouple et part à la recherche d'un nouveau puceron pour pondre à son tour ses œufs. Une seule femelle d'*Aphidius* peut pondre dans 100 ou 200 pucerons. *A. colemani* est capable de parasiter une trentaine d'espèces de pucerons, *A. ervi* est plus spécialisée (▷ **voir tableau 2** ◁).

Pour la lutte biologique, on introduit dans la culture à protéger non pas des adultes de parasitoïdes mais des pucerons déjà parasités (momies), il y a donc un délai entre l'introduction et l'émergence d'adultes capables de parasiter les pucerons. Or si les températures leur sont favorables, les pucerons se reproduisent extrêmement vite (doublement des populations tous les 2 ou 3 jours). Pour obtenir une protection efficace de la culture, il faut que les populations d'auxiliaires soient

** Voir glossaire*

204105- Folio : q302 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigoka

suffisamment importantes au moment où les pucerons commencent à proliférer. Pour cela, on va utiliser des plantes relais, c'est-à-dire des plantes qui vont héberger des populations de pucerons d'une espèce inoffensive pour la culture à protéger. Cela permet ainsi aux populations d'*Aphidius* de se développer avant l'arrivée des pucerons cibles sur la culture à protéger. Les plantes relais sont des Poacées (orge ou éleusine) cultivées en containers au milieu de la culture (soit auto-produites, soit achetées chez un pépiniériste). Sur ces plantes relais sont introduits des pucerons spécifiques des Poacées et inoffensifs (*Rhopalosiphum padi* pour *A. colemani* ou *Sitobion avenae* pour *A.ervi*) qui permettent aux populations d'*Aphidius* de se développer à partir de lâchers de momies minimaux. Par exemple pour protéger une culture de melon, l'implantation d'un pied d'orge ou d'éleusine pour 100 à 300 m² suffit. La lutte biologique fonctionne si les premières momies sont visibles sur la culture 10 à 12 jours après le repérage des premiers foyers de pucerons ravageurs.

**Intérêt :** ce système de plantes relais peut en théorie être utilisé pour beaucoup d'auxiliaires, car il permet d'avoir des auxiliaires en abondance au moment de l'apparition des foyers de ravageurs (lutte préventive), et réduit le coût de la lutte en minimisant le nombre et la fréquence d'introduction des auxiliaires. En pratique, il est essentiellement utilisé pour la lutte biologique contre les pucerons à l'aide d'*Aphidius* ou contre les thrips avec les punaises *Orius* (elles se nourrissent de pollen en l'absence de thrips).

## Protection micro-biologique : champignons entomopathogènes* contre aleurodes

### *Réglementation concernant les micro-organismes*

*Les micro-organismes sont considérés règlementairement comme des produits phytopharmaceutiques, des compléments d'information sur la protection des cultures avec les micro-organismes sont disponibles dans les* ▹ ***chapitres 2-2 et 2-3*** ◃.

Contrairement à un produit phytopharmaceutique classique, les micro-organismes ne laissent pas de résidus et ils sont souvent assez spécifiques. Le climat qui règne dans les serres de production de légumes est très favorable au développement des insectes ravageurs comme les pucerons et les aleurodes. Cependant, chaleur et humidité sont également favorables aux champignons, d'où l'idée et la recherche d'espèces de champignons entomopathogènes* capables de réguler les populations de ravageurs dont parmi eux : *Verticillum lecanii*. Ce champignon produit des spores qui adhèrent à la cuticule des insectes cibles. Des hyphes[3] se développent alors et pénètrent dans les tissus de l'insecte, causant rapidement sa mort. De nouvelles spores sont alors produites qui contaminent d'autres insectes. Si les conditions sont favorables, la durée de vie d'une spore est d'environ une semaine, de cette façon le champignon s'auto-entretient, ce qui réduit le nombre d'applications nécessaires (une application peut permettre de protéger la culture jusqu'à quatre mois). Différentes souches de *V. lecanii* ont été sélectionnées afin qu'elles soient spécifiques d'une espèce d'insecte (aleurode, puceron…) et présentent une efficacité satisfaisante. Il existe différentes spécialités commerciales homologuées. Leur utilisation demande une certaine technique et une grande vigilance par rapport au développement d'éventuels champignons pathogènes des cultures. En effet les conditions de température et d'humidité optimales au

** Voir glossaire*

*3 - Hyphe : l'appareil végétatif (de nutrition) de certains champignons se compose d'éléments de base appelés hyphes. Ce sont des filaments qui forment un réseau ramifié nommé le mycélium. Des hyphes de champignons émergent les spores.*

204105- Folio : q303 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigdata

développement des champignons entomopathogènes sont également celles des champignons pathogènes, ce qui constitue une limite à cette méthode de lutte.

Ce type de lutte nécessite d'une part d'avoir une connaissance approfondie des champignons entomopathogènes et de leurs hôtes, mais également de sélectionner des souches de champignons spécifiques des insectes à contrôler (c'est-à-dire sans danger pour les autres organismes et notamment les auxiliaires) et suffisamment efficaces pour contrôler les ravageurs. Des recherches sont également en cours pour sélectionner des souches de champignons entomopathogènes capables de se développer dans des conditions de plein champ (températures et hygrométries moins élevées que sous abris).

### *Quelques conseils utiles à la réussite de la protection/lutte biologique*

*C'est sous abris, où l'installation de population d'auxiliaires « sauvages » peut-être difficile, que l'introduction peut se révéler nécessaire. De plus, la valeur ajoutée supérieure des productions sous abris permet aussi de compenser le cout important des auxiliaires. Dans ce cas, il faut particulièrement veiller à :*

- ***l'identification correcte du ravageur*** *afin d'introduire l'auxiliaire adéquat,*
- ***l'arrêt de l'utilisation de produits potentiellement dangereux*** *pour les auxiliaires (soufre, insecticides),*
- ***suivre les préconisations des vendeurs d'auxiliaires,*** *notamment concernant les densités de lâchers et les conditions du milieu nécessaires aux organismes introduits,*
- ***maitriser le climat des abris,*** *afin de créer les conditions de températures et d'humidité idéales à l'action des auxiliaires introduits,*
- ***éviter d'effectuer les lâchers aux heures les plus chaudes ou juste avant ou juste après un traitement,*** *éventuellement repousser au lendemain matin,*
- ***soigner les conditions de stockage*** *en attendant les lâchers : éviter les températures trop élevées ou trop basses et suivre les prescriptions des fournisseurs d'auxiliaires,*
- ***s'assurer que les auxiliaires disposeront d'une nourriture*** *(populations de ravageurs) suffisante à leur maintien et à leur développement,*
- ***contrôler les taux de parasitisme*** *s'il s'agit de parasitoïdes, ou la diminution de populations (dégâts) de ravageurs s'il s'agit de prédateurs, afin de procéder à de nouvelles introductions si besoin.*

***L'utilisation de la lutte biologique exige un excellent suivi des cultures et une surveillance constante de l'évolution des populations de ravageurs et d'auxiliaires.***

204105- Folio : q304 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# SOURCES

## Ouvrages


- Boll R., Geria A., Marconi A. Migliore O, Salles M. et Fauvergue X. (Inra). 2001. **Les plantes relais une solution en lutte biologique.** Phytoma n°536
- Ferron P. (Inra). **La lutte biologique : définition, concept et stratégie.** Les dossiers de l'environnement n°19. Ed. Inra-Courrier de l'environnement
- Legemble J. 2009. **Aleurodes et virus.** Ed. Fredon Nord Pas de Calais
- Mazollier C. (Grab), Chabrières C. & Crestin JM. (Aprel). 2009. **Les plantes-relais contre les pucerons.** RefBio Maraîchage Paca février. Ed. Grab
- Suty L. 2010. **La lutte biologique.** Co-édition Educagri - Quae
- Tabone E. 2010. **Travaux sur la lutte biologique à l'Inra d'Antipolis.** Alter Agri n°108. Ed. Itab
- Tardif C. (INH), Caldumbide C. (INH), Tabone E. (Inra Antibes), Rat-Morris E. (Beckerunderwood) 2005. **Lutte biologique contre la teigne des Crucifères P. xylostella sur choux porte-graine.** En Maine et Loire travaux Trichogrammes. Phytoma n°579.


## Sites Internet

- Biobest : www.biobest.fr
- Biotop : www.biotop.fr/
- Koppert France : www.koppert.fr
- OILB ou IOBC : www.iobc-global.org

# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**

- Monique Jonis (Itab)

**Relecture**

- Marie-Laëtitia Melliand, Frédéric Rey, Aude Coulombel (Itab)
- Gilles Ridray (Inra)
- Jérôme Lambion (Grab)
- Christiane Schaub (Chambre d'Agriculture Haut-Rhin)
- Rémi Bonnaure (Iteipmai)

204105- Folio : q305 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

204105- Folio : q306 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# CHAPITRE III
## Semences & plants



204105- Folio : q307 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

**3-1 SEMENCES BIOLOGIQUES ..... 308**
▹ CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES ..... 309
▹ UTILISER DES SEMENCES BIO ..... 313
▹ PRODUIRE DES SEMENCES BIO ..... 323
▹ QUELLES SEMENCES BIO POUR DEMAIN ? ..... 326
▹ SOURCES ..... 331
▹ RÉDACTION ET RELECTURE ..... 331

**3-2 PRODUIRE SES PLANTS ..... 332**
▹ PRODUITS DE QUALITÉ ..... 332
▹ DANS QUELS CAS PRIVILÉGIER LES PLANTS ? ..... 332
▹ DIFFÉRENTES TECHNIQUES POUR FAIRE SES PLANTS ..... 333
▹ MATÉRIEL ET ÉQUIPEMENTS ..... 334
▹ TERREAU ..... 339
▹ CHOIX DES SEMENCES ET DES VARIÉTÉS ..... 342
▹ PRODUIRE SES PLANTS : DU SEMIS À LA PLANTATION ..... 343
▹ SOURCES ..... 349
▹ RÉDACTION ET RELECTURE ..... 349

204105- Folio : q308 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# 3-1 SEMENCES BIOLOGIQUES

## DES SEMENCES BIOLOGIQUES POUR DES SYSTÈMES PERFORMANTS ET DES PRODUITS DE QUALITÉ

**Les semences sont à la base de toute production végétale et leur choix est déterminant pour la culture à venir, à la fois pour les performances de cette culture mais aussi pour la qualité du produit récolté. La mise en place d'une filière « semences biologiques » spécifique est une opportunité pour développer des variétés réellement adaptées aux besoins des acteurs de l'agriculture biologique.**

**Ce chapitre est développé autour de quatre parties :**

- **Considérations préliminaires :**
  présente un état des lieux des enjeux, des pratiques des producteurs de légumes biologiques ainsi que des aspects réglementaires.
- **Utiliser des semences bio :**
  décrit les semences pouvant être utilisées en AB, comment choisir ses variétés, où trouver des références, où se fournir…
- **Produire des semences bio :**
  présente les principes de base de la production de semences potagères dans un itinéraire agrobiologique.
- **Quelles semences bio pour demain ? :**
  ouvre sur les recherches en cours pour sélectionner les semences bio de demain, ou pour optimiser la qualité des semences biologiques.

204105 - Folio : q309 - Type : qINT-19-04-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



# CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

## Au début… des semences

L'objectif de ce chapitre est d'aborder le sujet complexe des semences, de manière pragmatique et technique, sans pour autant occulter, lorsque nécessaire, les éléments de débat. Est-ce parce que le sujet est passionnant que les débats sur les semences sont souvent passionnés ?
Les semences, qu'il s'agisse de graines ou bien de plants pour les espèces à multiplication végétative comme la pomme de terre, sont à la base de toute production végétale. Leur rôle est capital puisqu'elles conditionnent le résultat de la culture à venir. *« Celui qui contrôle les semences contrôle la production agricole et donc les peuples »* disent même certains…

**D'un point de vue technique, les enjeux pour choisir des semences adaptées à l'agriculture biologique sont triples : obtenir des plantes robustes, garantir les performances de la culture, et assurer la qualité des produits. A ces trois enjeux d'ordre technique se rajoute un 4ème plus « politique » : le choix des semences peut influer sur le développement d'une filière.**

### Obtenir des plants robustes

Le premier enjeu est de choisir des variétés bien adaptées à leur environnement, donnant des plantes robustes[1], capables de résister aux accidents climatiques, de concurrencer les plantes adventices, d'assimiler efficacement l'eau et les éléments nutritifs grâce à des racines puissantes qui interagissent avec les micro-organismes bénéfiques du sol. Des plantes robustes peuvent également présenter un certain niveau de tolérance ou de résistance aux ravageurs et maladies. Le choix variétal est à raisonner en fonction du système (abri / plein champ, calendrier de production) et des contextes climatique, pédologique (sol), environnemental (niveau de biodiversité) ou contextuel (pression de certains ravageurs ou maladies).

### Garantir les performances de la culture

Il s'agit de garantir les performances de la culture à venir, en termes de productivité, de stabilité des rendements et/ou de service rendu par la culture. En AB, un rendement satisfaisant est visé, capable de garantir un revenu suffisant pour l'agriculteur, mais c'est aussi et surtout la stabilité des rendements qui est recherchée, garantissant ainsi une stabilité des revenus dans le temps. Le choix de la variété ou du type de variété sera pour cela déterminant. Il faut également considérer que les variétés ne « s'expriment » pas toujours de la même manière en AB (plus faible niveau d'intrants) qu'en agriculture conventionnelle.

*1 - Robustesse (définition Solibam) :*
*La robustesse est définie comme la capacité d'une plante à maintenir ses performances face à des perturbations et des incertitudes. Les plantes robustes seront donc hautement résistantes et tolérantes aux maladies et aux ravageurs, très compétitives face aux adventices, bien implantées face à des conditions climatiques de plus en plus changeantes, et efficaces et efficientes dans l'utilisation des nutriments et de l'eau. Les plantes robustes sont une des composantes nécessaires des systèmes résilients (capables d'un retour à l'équilibre rapide après une perturbation ou un choc).*

204105 - Folio : q310 - Type : qINT-19-14-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Assurer la qualité des produits

Le choix des semences détermine la qualité du produit récolté, en termes de présentation, de qualité gustative, de qualité nutritionnelle ou de qualité des produits transformés. Ainsi, le choix variétal dépend aussi des circuits de distribution des produits de la ferme. Les critères de choix de variétés destinées à la vente directe sont souvent différents de ceux des variétés destinées aux circuits d'expédition. Dans le premier cas, on pourra rechercher, par exemple, une bonne qualité gustative et des récoltes étalées. Dans l'autre cas, la qualité gustative est également recherchée, mais le compromis entre goût, standardisation du produit et résistance aux transports ne fait pas toujours la part belle au goût !



F. Rey

▷ *Parcelle de multiplication de carottes biologiques dans la Drôme*

## Encourager le développement des semences biologiques

Si le choix des semences est avant tout technique, on peut aussi prendre en considération que ce choix a des conséquences sur le développement de la filière et en particulier celui des semences biologiques. En effet, le choix de préférer un type de semence ou un fournisseur plutôt qu'un autre pourra encourager ou non le développement des semences biologiques, de variétés adaptées à l'AB ou de techniques spécifiques (ex. techniques de sélection ou traitements de semences bio).
Au final, c'est à chacun de choisir son niveau de priorité, de régler son curseur, de trouver un compromis entre attentes du marché, contraintes techniques et choix personnels.

### *En résumé*

*En agriculture biologique, le choix de variétés adaptées et adaptables aux différents systèmes et environnements est un élément clé de réussite, permettant de conditionner les performances des cultures et la stabilité de ces performances ainsi que la qualité des produits.*

# Qu'est-ce qu'une semence bio ?

Le règlement européen de l'agriculture biologique (CE) n° 834/2007 impose que les semences et matériels de reproduction végétative utilisés par les producteurs soient biologiques (article 12). Il prévoit cependant, dans certains cas, des dérogations pour l'utilisation de semences conventionnelles non traitées (article 22).

Qu'est-ce qu'une semence bio ? **Il s'agit d'une semence dont la plante-mère (si semence) ou la plante parentale (si matériel de reproduction végétative), a été produite conformément aux règles de l'AB pendant au moins une génération** ou, s'il s'agit de cultures pérennes, deux saisons de végétation (▷ **règlement CE n° 834/2007, article 12** ◁).

Lorsque l'on parle d'une « semence biologique », il n'est actuellement pas fait de distinction entre une semence conservée et multipliée en AB sur plusieurs générations et une autre multipliée en bio uniquement durant la dernière génération, à partir d'une semence de base conventionnelle : toutes deux sont appelées des « semences biologiques ».

204105- Folio : q311 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## Pourquoi utiliser des semences biologiques ?

L'utilisation de semences biologiques par les producteurs en AB permet de développer une filière spécifique « semences biologiques ».
En premier lieu, cela permet de préserver la cohérence et la crédibilité de l'agriculture biologique, qui n'est ainsi pas tributaire de l'agriculture conventionnelle pour la production de ses semences. C'est aussi pouvoir assurer au consommateur qu'un produit est totalement bio, de la graine à l'assiette, parfois même de la sélection à l'assiette.
Cela permet aussi et surtout une sélection adaptée avec des critères spécifiques et des méthodes de sélection compatibles avec les principes de l'AB.
L'autre intérêt est d'inciter au développement de techniques spécifiques à l'AB, au niveau de la multiplication au champ (techniques de désherbage notamment), pour le traitement ou l'enrobage des graines bio.
L'objectif, à terme, est d'avoir une offre satisfaisant au mieux les attentes et les besoins des producteurs biologiques ainsi que ceux des consommateurs de produits biologiques.

## Semences potagères : quelles pratiques des producteurs bio sur le terrain ?

Une vaste étude conduite entre 2010 et 2012 a permis de dresser un état des lieux de la semence biologique en France. Les deux enquêtes ont été menées successivement, l'une qualitative par téléphone dans le cadre du projet européen Solibam[2], l'autre par Internet dans le cadre d'un projet national[3]. Les résultats sont représentatifs dans la mesure où **15% des producteurs de légumes biologiques français ont contribué[4] à l'enquête Internet**, et un panel d'une quarantaine d'acteurs impliqués en maraîchage biologique dans des contextes divers (techniciens, expérimentateurs, organisations de producteurs) ont été interrogés au préalable lors de l'enquête téléphonique.

### Conclusion des enquêtes

Une très grande majorité des producteurs de légumes bio utilise volontiers des semences biologiques. Pourtant, leurs besoins ne sont que partiellement satisfaits. Il existe ainsi un réel besoin en variétés adaptées : **des programmes d'amélioration variétale sont nécessaires, en particulier pour le brocoli, le melon, le chou-fleur, l'oignon et le radis**. Des progrès sont également possibles pour les 10% de producteurs qui utilisent peu de semences biologiques.

*2 - Projet européen Solibam (Strategies for organic and low-input integrated breeding and management), KBBE FP7, 2010-2014, www.solibam.eu*

*3 - Programme partenarial d'actions pour un développement cohérent du secteur des semences et plants biologiques en France – Projet 2011 financé par le ministère de l'Agriculture et piloté par l'Agence Bio. Ce travail a notamment impliqué l'Agence Bio, l'Itab, le Gnis, le Grab et la Fnab.*

*4 - 720 contributions Internet parmi 4 750 producteurs de légumes frais bio, Chiffres Clés Agence Bio 2011*

204105- Folio : q312 - Type : qINT-20140505 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Principaux freins au développement des semences bio

Bien que l'offre en semences bio tende à se développer ces dernières années, elle reste insuffisante en quantité et en diversité pour répondre aux diverses attentes des utilisateurs. Pour expliquer cela, plusieurs facteurs ont été identifiés, parmi lesquels on peut citer :

- **Un investissement très faible (aux niveaux public et privé) dans la sélection végétale pour l'AB** et dans la production de semences biologiques.
- **Un modèle économique à inventer :**
  - pour financer une sélection spécifique, l'évaluation et l'inscription au catalogue officiel des variétés pour l'AB,
  - pour rentabiliser les coûts de production, qui sont plus élevés que pour la production de semences conventionnelles en raison de rendements plus faibles en AB, d'un marché encore réduit et fragmenté.

  Ceci implique également :
  - un surcoût des semences bio par rapport aux semences non traitées : en moyenne de 30% à 100% selon les espèces (toutes espèces cultivées confondues),
  - un manque de disponibilité en variétés adaptées, en particulier pour quelques légumes : c'est la principale raison évoquée dans les demandes de dérogation. Cela est dû à deux raisons principales : d'une part des difficultés de multiplication pour certaines espèces et d'autre part, le choix stratégique de certaines entreprises semencières qui ne veulent pas multiplier en bio certaines de leurs variétés phares.
- **Une connaissance insuffisante des besoins et des attentes** des agriculteurs biologiques.
- Les attitudes négatives à la fois chez certains producteurs (par exemple, 10% des producteurs de légumes bio ne sont pas convaincus de l'intérêt des semences bio), de certains pépiniéristes et de certaines compagnies semencières obtentrices de variétés qui sont peu enclines à produire des semences bio.
- **Des exigences réglementaires contraignantes :** les semences biologiques doivent se conformer à une double réglementation : une obligation de moyens (le cahier des charges de l'AB) ainsi qu'une obligation de résultats (qualité des semences, agrément des lots). Par ailleurs, il y a un manque de règles spécifiques et adaptées pour l'inscription de variétés pour l'AB. Enfin, la « souplesse » dans l'application de la réglementation relative aux semences biologiques dans certains pays d'Europe du sud n'incite pas les sociétés de semences à développer leur offre en semences bio (exemple du poivron : gros marché en Espagne).

204105 - Folio : q313 - Type : qINT-19-14-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche Bagnata

# UTILISER DES SEMENCES BIO

## Quelles semences peut-on utiliser en AB ?

En AB, les semences et matériels de reproduction végétative utilisés doivent être biologiques. Néanmoins, le règlement européen CE n° 834/2007 prévoit des dérogations possibles pour l'utilisation de semences et de plants de pommes de terre non biologiques dans certains cas. **Pour les plants potagers, il n'y a désormais plus de dérogation possible, ces derniers doivent tous être certifiés biologiques.**

Ainsi, les différents types de semences utilisées par les agriculteurs bio sont :
- des semences bio du commerce, dont l'offre tend à se développer,
- des semences conventionnelles du commerce, non OGM (ni dérivant d'OGM) et non traitées après récolte : autorisées par dérogation[5],
- des semences autoproduites (autorisées en potagères uniquement pour les variétés du domaine public, c'est-à-dire non protégées par une Certificat d'obtention végétales (COV), par exemple celles obtenues il y a plus de 30 ans).

**Les semences bio et conventionnelles non traitées du commerce sont de loin les types de semences les plus utilisés actuellement.** A noter qu'en maraîchage, les producteurs bio et notamment ceux en vente directe, utilisent une large proportion de variétés dites « anciennes », c'est à dire des variétés-populations[6] du domaine public.

### Gestion des dérogations

Les règles relatives à l'utilisation de semences non biologiques sont définies à l'article 45 du règlement CE n° 889/2008[7]. Pour la gestion des dérogations, chaque pays européen a mis en place une base de données qui gère des catégories :

- **Catégorie 1, liste Hors Dérogation (HD) :** espèces ou types variétaux dont l'offre variétale est suffisamment complète et en quantités régulières et suffisantes. Pas de dérogation possible, sauf pour essais ou cas très spécifiques, chaque demande est alors expertisée.
- **Catégorie 2, liste normale :** espèces ou types variétaux dont l'offre variétale est existante mais incomplète en volume ou diversité. En cas d'indisponibilité de la variété recherchée en semences bio, une demande de dérogation est possible, à faire avant le semis et à argumenter dans certains cas.
- **Catégorie 3, liste des autorisations générales :** dérogation accordée automatiquement, car pour ces espèces il n'existe aucune offre en semences bio.

En France, le classement des espèces et des groupes variétaux en catégorie 1, 2 ou 3 est délégué à la commission permanente du CNAB[8] (Inao). Cette commission base son avis sur les propositions de groupes d'experts. Pour les espèces potagères, le groupe d'experts se réunit en principe deux fois par an et comprend des représentants : du ministère de l'Agriculture, des semenciers, de la Fnab (dont des agriculteurs), des organismes certificateurs, de l'Itab, des producteurs de plants, des techniciens bio (APCA, Grab), du Gnis et de l'Inao.

5 - *Les semences conventionnelles traitées après récolte sont donc interdites en bio*

6 - *Variétés-populations : variétés à pollinisation libre, par opposition aux variétés hybride F1*

7 - *Les modalités de gestion des disponibilités en semences destinées à l'agriculture biologique sont précisées par le règlement CE n° 889/2008 modifié de la Commission du 5 septembre 2008, aux articles 45 et 48 à 56. Une note du ministère de l'Agriculture détaille de manière plus complète ces différents points (disponible sur www.semences-biologiques.org ).*

8 - *Comité national de l'agriculture biologique*

204105- Folio : q314 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

# La base de données officielle et les dérogations

## Fonctionnement de la base de données

La base de données[9] *www.semences-biologiques.org* recense l'offre en semences biologiques. L'agriculteur, après avoir renseigné sa situation géographique, peut obtenir :

- ▹ la liste de toutes les espèces (ou types variétaux) en « autorisation générale » (cat. 3), pour lesquelles aucune semence bio n'est disponible,
- ▹ la liste de toutes les variétés, dont les semences sont disponibles dans sa zone géographique,
- ▹ la disponibilité (ou non) de la variété qu'il souhaite acheter,
- ▹ en page d'accueil, dans la rubrique « actualités », la liste des espèces (ou types variétaux) en « Hors Dérogation » (HD = cat.1), le calendrier de passage en HD et des modifications à venir, ainsi que la liste des espèces en « autorisation générale » (cat. 3).



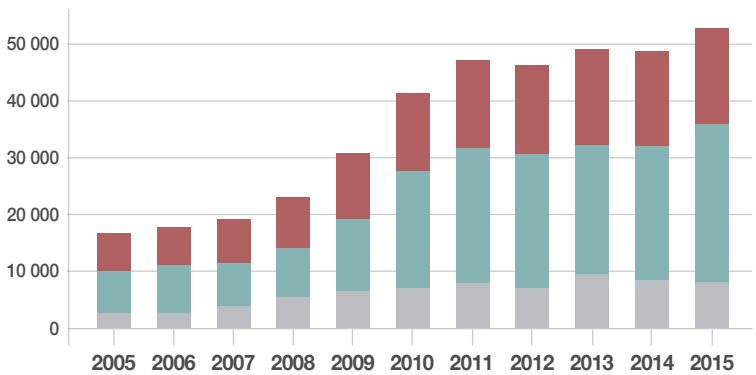

▹ *Page d'accueil du site www.semences-biologiques.org*

## Demander une dérogation

Pour les espèces de la catégorie 2 (liste normale), lorsque les semences d'une variété ne sont pas disponibles, **l'agriculteur peut effectuer en ligne une demande de dérogation pour utiliser des semences conventionnelles non traitées**, qui sera consultable (et validée) en ligne par son organisme certificateur, ou imprimée dans le but de la présenter à son contrôleur.

Depuis 2008, un système d'alerte permet aux utilisateurs de signaler les problèmes rencontrés (disponibilités, non conformités…) aux fournisseurs concernés et au Gnis, qui administre le site. En cas de non disponibilité d'une variété annoncée disponible, le fournisseur est prévenu directement et règle lui-même le problème rapidement dans de nombreuses situations.

**Figure 3 - Evolution par catégorie du nombre de dérogations demandées depuis 2005.**

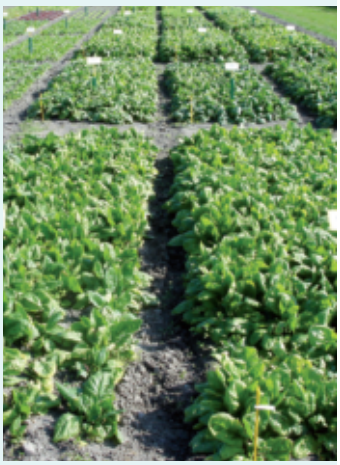



*Source : Rapport annuel du fonctionnement de la base de données sur les semences biologiques en 2015, France*

La ▹ **figure 3** ◃ présente l'évolution des demandes de dérogations accordées. Resté assez stable jusqu'en 2007, le nombre total de demandes de dérogations a connu une forte croissance ces dernières années pour se stabiliser à près de 50 000 depuis 2013. La part des potagères est en légère augmentation en 2015, celle des pommes de terre est stable.

9 - *Cette base est administrée par le Gnis, qui applique les décisions de la commission permanente du CNAB*

204105- Folio : q315 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black



F. Rey

▷ *Parcelle d'essai de variétés d'épinards*

Il convient d'apprécier ce nombre de dérogations et son évolution au regard, d'une part, du fort dynamisme de l'agriculture biologique française (+12% d'exploitations bio entre 2011 et 2012), de la SAU française cultivée en agriculture biologique (975 000 ha) ainsi que de la part importante de dérogations liées aux seules semences fourragères.
La part des potagères augmente légèrement pour atteindre près de 15 000 demandes de dérogations en 2012. **Avec 6000 producteurs de légumes bio en 2013** (source Agence bio), **cela ne représente finalement en moyenne « que » moins de trois dérogations par maraîcher et par an**. Compte-tenu du nombre élevé d'espèces cultivées en maraîchage et de l'offre encore limitée en semences bio, ce chiffre est finalement assez bas.

## Comment choisir ses variétés ?

En agriculture biologique, la réflexion est menée au niveau du système de production et l'on mobilise tous les moyens agronomiques disponibles : fertilité des sols, rotations des cultures, santé des plantes… Le choix variétal est, *de facto*, un paramètre essentiel.

Le choix des semences nécessite de faire un compromis entre les contraintes de son contexte pédo-climatique, de son système (ex. abri, plein champ, planning de production), les attentes de ses clients (type de circuit de commercialisation) voire également ses considérations personnelles (ex. recherche d'autonomie du système).
Il ressort cependant que **le type de débouchés est un critère déterminant dans le choix des variétés utilisées**. De plus, la variété idéale n'existant pas, la réflexion se fait souvent au niveau d'une gamme de variétés. C'est par exemple souvent le cas en tomate où les producteurs en circuits courts utilisent d'une part, quelques variétés récentes (hybrides F1[10] dotés de résistances aux principaux pathogènes) pour garantir un certain niveau de rendement et d'autre part, des variétés anciennes (populations) pour répondre aux exigences de diversité d'offre et de qualité gustative de nombreux consommateurs.
Pour aider les producteurs à choisir les variétés qui conviennent le mieux en AB dans une région donnée, de nombreuses structures mènent des expérimentations dans les principales régions de production de légumes. Elles sont fédérées au sein d'un « réseau de criblage variétal légumes bio » (▷ **voir page suivante** ◁). A partir de ces travaux d'expérimentations, quelques structures proposent des guides de préconisation variétale en AB. C'est le cas par exemple de groupements de producteurs bio (ex. guide variétal grand-ouest Légumes Bio), de stations expérimentales (ex. Grab Avignon) ou de Chambres d'agriculture (ex. CA du Rhône).

Les listes des espèces et des variétés testées chaque année dans différentes régions est disponible sous forme de tableau sur le site www.itab.asso.fr (taper « variété » sur le moteur de recherche du site). Les résultats d'essais sont à demander directement auprès des structures les ayant mis en place. Les plus impliquées sont listées dans le ▷ **tableau 4** ◁ et classées par région.

10 - *Hybride F1 : une variété hybride F1 est la première génération homogène d'un croisement entre deux lignées pures (donc homozygotes) d'une même espèce*

204105- Folio : q316 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

**Tableau 4 - Tableau des principales espèces et structures du réseau de criblage « légumes bio », classées par région (non exhaustif)**

| Région | Structure | Principales espèces testées |
|---|---|---|
| ▷ ***Alsace*** | Planète Légumes | ▷ Diverses espèces |
| ▷ ***Auvergne - Rhône Alpes*** | Serail-Adabio | ▷ Très nombreuses espèces testées |
| ▷ ***Bourgogne*** | Sedarb | ▷ Mâche, tomate, chou, carotte |
| ▷ ***Bretagne*** | Chambre Agriculture 29 | ▷ Chou-fleur, brocoli, échalote |
| | SECL / Terre d'essais | ▷ Chou-fleur, brocoli et autres choux, fenouil, artichaut, courgette, concombre... |
| | P.A.I.S.-IBB | ▷ Très nombreuses espèces testées |
| | SECL / Terre d'essais | ▷ Chou-fleur, brocoli, endive, poireau, tomate, laitue, chou romanesco, fenouil, persil, panais… |
| | SEHBS | ▷ Poivron, tomate et autres espèces |
| ▷ ***Centre*** | Légumes Centre Action (LCA) | ▷ Aubergine, chou-fleur, épinard, laitue, tomate… |
| ▷ ***Hauts de France*** | Apef | ▷ Endive |
| | PLRN | ▷ Très nombreuses espèces testées |
| ▷ ***Occitanie*** | Civambio 66 | ▷ Céleri, laitue, oignon, fenouil, épinard et autres espèces… |
| ▷ ***Nouvelle Aquitaine*** | Invenio | ▷ Melon, laitue, mâche |
| | Acpel | ▷ Pomme de terre, laitue |
| ▷ ***Paca et LR*** | Grab | ▷ Très nombreuses espèces testées |
| ▷ ***Pays de la Loire*** | CDDL | ▷ Salade, mâche, épinard, choux, carotte, navet, radis, poireaux… |
| | BLO | ▷ Carotte, tomate, … |
| | Ctifl Carquefou | ▷ Radis, mâche, céleri-rave, tomate, laitue |
| | Gab 44 | ▷ Courge, courgette, épinard, laitue et autres espèces |

*Source : Itab*

## Le réseau national de criblage « légumes bio »

Le réseau national de criblage variétal légumes biologiques, co-animé par l'Itab et le Ctifl, fonctionne depuis 2001. Il permet aux différentes structures réalisant des essais variétaux de se rencontrer et d'échanger sur la méthodologie et les résultats. A titre d'exemple, en 2013, 14 structures ont évalué au total plus de 400 variétés en conditions biologiques. C'est sur **les salades, choux, endives et tomates que le réseau mobilise le plus d'efforts**. Les essais peuvent être réalisés sur des sites expérimentaux, mais beaucoup sont directement mis en place chez des producteurs biologiques.

Parmi les 14 stations d'expérimentation du réseau criblage variétal, le Grab (Groupe de recherche en agriculture biologique, Avignon, Paca) et la P.A.I.S. (Plateforme Agrobiologique d'Initiative Bio Bretagne à Suscinio), sont les plus diversifiés en nombre d'espèces évaluées. Il s'agit de structures spécialisées en AB, de même que BLO (Bio Loire Océan en Pays-de-la-Loire) et le Sedarb (Service d'éco-développement agrobiologique et rural de Bourgogne).

204105- Folio : q317 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



F. Rey

▷ *La laitue, espèce pour laquelle le turn-over variétal est très important*

Les autres centres d'essais conduisent à la fois des expérimentations en agriculture conventionnelle et en AB : cela leur permet de faire des ponts avec leurs observations dans les deux systèmes, par exemple, concernant la vigueur végétative, la tolérance aux maladies ou la sensibilité aux ravageurs.

Enfin, quelques stations sont plus spécialisées sur une espèce, c'est le cas de l'endive à l'APEF (Association des producteurs d'endives de France) ou du chou-fleur à Terre d'essais (Station d'Expérimentation en Cultures Légumières de Pleumeur -Gautier).

## *Eléments de débat : variétés hybrides F1 ou variétés-populations ?*

*Sur l'actuel Catalogue officiel[11], la très grande majorité des variétés inscrites ces vingt dernières années sont des variétés hybrides F1.*
*Il y a trois principales raisons à cette situation :*

- *Il s'agit avant tout d'un choix stratégique des semenciers : les hybrides ont l'avantage pour l'obtenteur de ne pas être reproductibles à l'identique ni par les agriculteurs, ni par les concurrents. Les agriculteurs doivent donc systématiquement acheter leurs semences.*
- *Cette technique permet aux sélectionneurs de gagner du temps en combinant sur une seule génération quelques caractéristiques intéressantes des deux lignées parentales (ex. transfert de gènes de résistances à des maladies ou ravageurs).*
- *Les hybrides répondent plus facilement aux critères dits DHS (Distinction, Homogénéité, Stabilité) que les variétés non hybrides notamment en termes d'homogénéité. Ces critères sont essentiels pour l'inscription des variétés au catalogue officiel. Ils répondent également bien aux attentes de certains producteurs pour des questions d'organisation du travail et de standardisation de leurs productions.*

*Parmi les producteurs de légumes biologiques, certains ne « jurent » que par les hybrides, d'autres en bannissent l'usage. Pourquoi ?*
*Les producteurs qui utilisent des variétés hybrides F1 leur reconnaissent les avantages suivants :*

- *en tant que variétés « modernes » sélectionnées sur des critères de rendement, leur niveau de production est souvent élevé,*
- *elles correspondent aux attentes de certains acheteurs (ex. circuits d'expédition), en termes de présentation des légumes, d'homogénéité du lot et de résistance au transport,*
- *il n'existe parfois aucune variété-population pour certains créneaux ou espèces (ex. concombre de type hollandais en culture précoce sous abri).*

*Ceux qui préfèrent les variétés-populations évoquent les raisons suivantes :*

- *La qualité gustative et nutritionnelle des variétés hybrides F1 est souvent inférieure à celle des variétés-populations. Ceci n'est pas spécialement lié à la structure génétique des hybrides F1, mais aux critères de sélection : la sélection de variétés sur des critères de rendement ou de durée de conservation a souvent eu un impact négatif sur la qualité organoleptique, en particulier sur la texture (ex. tomate).*
- *Un manque de plasticité génétique : leur homogénéité génétique leur permet plus difficilement de s'adapter aux conditions plus contrastées lorsque le niveau d'intrants est faible.*
- *La non-reproductibilité à l'identique par l'agriculteur des variétés hybrides F1 (la génération suivante n'a ni l'homogénéité ni les qualités de ses parents) est considérée comme une entrave à l'autonomie des agriculteurs, voire même à leur souveraineté.*

*11 - Catalogue officiel : En règle générale, pour qu'une nouvelle variété puisse être commercialisée en France, elle doit être inscrite au Catalogue Officiel Français des Espèces et Variétés, et ses semences ou plants proposés à la vente doivent être certifiés. Pour les plantes agricoles et potagères, l'inscription des variétés à un catalogue national d'un ou de plusieurs Etats membres est reprise au plan communautaire pour figurer au catalogue de l'Union Européenne. Cette inscription communautaire permet à la variété d'être proposée à la vente sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne (source Geves).*

204105- Folio : q318 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Biochromie

*Des contre-exemples sont toujours possibles, il s'agit ici de citer quelques arguments fréquemment évoqués. Il serait nécessaire de pousser l'analyse en détail espèce par espèce pour aller plus loin dans le débat.*

*Nous pouvons aussi l'aborder différemment. Est-il possible d'avoir en AB le même niveau de production avec des variétés-populations qu'avec des variétés hybrides ? La réponse est oui.* ***Plusieurs références montrent qu'en menant une sélection spécifique sur des variétés-populations, il est possible d'arriver au même niveau de performance qu'avec des variétés hybrides,*** *en particulier dans les systèmes de production en AB. En potagères, des initiatives de sélection pour l'AB, notamment en Allemagne (ex. association Kultursaat,* ▷ ***voir encadré plus loin*** ◁*), ont conduit à l'inscription de variétés-populations sur le catalogue officiel. Leurs performances sont souvent comparables aux autres variétés récentes dans les essais du réseau de criblage « légumes bio ».*



F. Rey

▷ *Fleur de radis, espèce chez laquelle le caractère CMS existe naturellement*

## *Eléments de débat : quelle place pour les biotechnologies en AB ?*

*Dans le domaine de la sélection, les biotechnologies végétales sont un ensemble de techniques de laboratoire qui permettent de modifier le phénotype (c'est-à-dire l'aspect physique des plantes) et/ou les mécanismes héréditaires. Pour cela, des agents physiques ou chimiques sont appliqués sur des organismes entiers, sur des tissus végétaux ou sur des cellules cultivées artificiellement.*

*Le plus souvent, ces techniques (ex. culture d'embryons, fusion de protoplastes[12], transformation génétique[13]) permettent de modifier génétiquement une cellule et de produire en série des plantes à partir d'une seule cellule (clones). Certaines espèces, comme les choux (chou-fleur, brocoli), l'endive ou les Solanacées, « supportent » bien ces techniques.*

***Au delà des OGM qui sont clairement interdits, le questionnement sur la place pour les biotechnologies en AB a commencé en 2001,*** *dans le cadre de l'association européenne pour la sélection biologique (Eco-PB) et a donné lieu à un dossier édité par le FIBL[14]. Ce document décrit les différentes techniques de sélection et discute des intérêts de chacune d'elles mais aussi de leur compatibilité avec les principes de l'AB et les conséquences qu'aurait leur interdiction en AB.*

*Au niveau français, dans les années 2000, le questionnement sur l'utilisation en AB de variétés de choux hybrides à Stérilité mâle cytoplasmique (CMS) a été porté par des producteurs et notamment des organisations bio bretonnes[15].*

### *A quoi sert la stérilité mâle cytoplasmique (CMS) ?*

*Cette technique est utilisée pour produire des variétés hybrides F1 chez quelques espèces, en particulier les choux : choux-fleurs, choux brocoli, choux cabus blancs et rouges, choux de Milan. Les endives (CMS provenant du tournesol) et les navets sont également concernés.*

*Une semence hybride F1 résulte du croisement de deux lignées parentales. Afin d'éviter que la lignée femelle (lignée qui va porter la graine) ne s'autoféconde avec son propre pollen, la CMS peut être utilisée par les sélectionneurs. La lignée femelle ne produit ainsi théoriquement pas de pollen fertile, garantissant ainsi le croisement avec la lignée mâle (qui produit le pollen) cultivée à côté. La CMS existe naturellement chez certaines espèces comme la carotte ou le radis. Sur choux, elle a été transférée depuis le radis par fusion de protoplastes (brevet Inra-Ogura). Pour plus de détails sur la technique et des éléments de débats vis-à-vis de l'AB, se référer aux articles correspondants de la revue Alter Agri n° 69 et 72[16].*

*12 - Les protoplastes isolés sont des cellules « nues », c.-à-d. des cellules dont la paroi cellulaire a été supprimée au cours d'un processus mécanique ou enzymatique*

*13 - Modification du patrimoine héréditaire d'une plante (de son ADN nucléaire)*

*14 - Dossier Fibl N°2 (en collaboration avec l'Itab, Le Louis Bolk Instituut, la Soil Association et Bioland), Techniques de sélection végétale : évaluation pour l'agriculture biologique, septembre 2001. Une nouvelle version est en cours d'actualisation.*

*15 - Association des producteurs de fruits et légumes biologiques bretons (APFLBB/ BioBreizh), Armorique Maraîchère/Biomas, Initiative Bio Bretagne (IBB) et le Groupement d'agriculture biologique du Finistère (Gab 29).*

*16 - Articles accessibles gratuitement en ligne sur www.itab.asso.fr*

204105- Folio : q319 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune



F. Rey

▷ *Programme de sélection bio de brocoli non CMS*

*Le choix d'utiliser la technique CMS à fusion de protoplastes est stratégique pour les entreprises semencières mais n'est pas forcément un choix obligatoire. Il existe d'autres méthodes pour arriver à un résultat satisfaisant comme par exemple l'utilisation de l'auto-incompatibilité sur choux et chicorée endive. Certains semenciers conventionnels (ex. Bejo, Vitalis) ne proposent pas de choux CMS dans leur catalogue bio. L'inconvénient de l'auto-incompatibilité par rapport à la CMS est qu'elle ne fonctionne pas à 100 %, mais en moyenne à 95 % environ, du fait de quelques autofécondations qui donnent souvent des légumes non commercialisables.*
*Il est aussi possible de faire le choix de sélectionner des variétés-populations, ce qui est, par exemple, réalisé dans le cadre du programme de sélection participative sur choux au sein de la plateforme P.A.I.S. - IBB en Bretagne, ou dans le cadre du projet européen Solibam sur brocoli.*

## Différents positionnements

*En 2008, l'assemblée générale d'Ifoam (Fédération internationale des mouvements de l'agriculture biologique) a adopté unanimement une motion stipulant que « (…) la fusion cellulaire, incluant la fusion de cytoplasme et de protoplastes, n'est pas compatible avec les principes de l'AB (…) »[17] en considérant que :*

▷ *les techniques de fusion cellulaire sont des techniques de modification génétique selon la définition de la directive européenne sur les OGM (CE 2001/18[18]) et celle d'Ifoam (cf. www.ifoam.org),*

▷ *les modifications génétiques sont incompatibles avec les principes de l'AB et leur utilisation risquerait d'entrainer une perdre de crédibilité et de confiance des consommateurs de produits biologiques.*

*Plusieurs marques privées bio ont inscrit dans leur cahier des charges l'exclusion des variétés CMS (Biobreizh depuis 2002, Demeter depuis 2005, Naturland depuis 2008, Bioland depuis 2009, Biocohérence...), ainsi que certaines filières économiques (Biomas, Biocoop, Carrefour...).*

*D'autres organisations professionnelles revendiquent de pouvoir utiliser des variétés CMS issues de la fusion de protoplastes dans la mesure où l'actuel règlement CE n° 834/2007 les y autorise. Pour certaines espèces ou certains créneaux, en chou-fleur ou en brocoli par exemple, l'offre en variétés non CMS est très restreinte voire inexistante à ce jour. Ces producteurs souhaitent avoir accès à une gamme variétale suffisamment large.*

17 - « L'assemblée générale 2008 d'Ifoam confirme que la fusion cellulaire, incluant la fusion de cytoplasme et de protoplastes, n'est pas compatible avec les principes de l'AB. C'est pourquoi nous incitons le bureau mondial d'Ifoam à développer une ligne de conduite sur la gestion des variétés dérivées de la fusion cellulaire, incluant les techniques de sélection par fusion de cytoplasme et de protoplasme ». Cette motion a été portée par Eco-PB (Consortium européen pour la sélection végétale en AB), dont l'Itab est membre du bureau.

18 - La directive 2001/18, relative à la dissémination volontaire des OGM dans l'environnement, exclut cependant de son champ d'application les techniques de modification génétique énumérées à l'annexe I B, à savoir : la mutagénèse et la fusion cellulaire (y compris la fusion de protoplastes) de cellules végétales d'organismes qui peuvent échanger du matériel génétique par des méthodes de sélection traditionnelles

204105- Folio : q320 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## Où se fournir en semences biologiques ?

C'est la base www.semences-biologiques.org qui recense l'offre en semences biologiques disponibles en France. Sa consultation est gratuite. Les fournisseurs sont tenus de mettre régulièrement à jour leurs disponibilités en semences biologiques sur la base. **Cependant, dans la mesure où le renseignement de la base est du ressort des fournisseurs, tous ne sont pas référencés**.

Parmi les sociétés de semences, certaines sont surtout des distributeurs (ex. Ducrettet, Voltz), d'autres sont productrices de variétés du domaine public (ex. Biau Germe, Germinance) ou obtenteurs, c'est à dire qu'ils ont sélectionné et souvent protégé leurs variétés (ex. Bejo, Gautier semences, Vitalis).

Ces sociétés de semences potagères peuvent être classées en trois groupes :

1. **Sociétés commercialisant exclusivement des semences biologiques :** elles proposent une gamme stable ou en développement selon les sociétés. Ex. : Agrosemens, Biau Germe, Bingenheimer Saatgut, De Bolster, Essembio, Germinance, Ferme Ste Marthe, Graines del Païs, Vitalis…
2. **Sociétés commercialisant surtout des semences conventionnelles,** et ayant développé une gamme de semences biologiques (obtenteurs ou distributeurs) : ces sociétés proposent essentiellement des variétés hybrides F1, plus rarement des variétés-populations, souvent en grand conditionnement. La place des semences biologiques dans la gamme est déjà importante pour les sociétés suivantes (nombreuses espèces et variétés proposées) : Atypyc, Bejo, Ducrettet, Enza-Zaden/Vitalis, Fabre, Gautier, Rijk Zwaan et Voltz. En revanche, la gamme est encore limitée (mais avec des perspectives de progression annoncées) pour Clause, Girerd et Vilmorin.
3. **Sociétés commercialisant uniquement des semences conventionnelles,** sans perspectives de semences biologiques : De Ruiter, Nunhems, Sakata, Seminis (Monsanto), Syngenta Seed.

Une étude conduite par le Grab en 2011 a montré que la progression de l'offre en bio et les perspectives sont globalement encourageantes pour certaines espèces : ail, courge, haricot, oignon, poivron, radis, salade (en partie hors dérogation) et tomate. En revanche, l'offre reste faible et les perspectives limitées à certains types variétaux pour : aubergine, betterave, brocoli, carotte, chou cabus, chou de Milan, chou-fleur, courgette, épinard, mâche, melon, navet, panais, poireau, pois. Même si elle s'améliore, la situation reste fragile en raison du nombre restreint de sociétés produisant une gamme large de semences biologiques.
De plus, compte-tenu des volumes de production, l'offre reste tributaire des conditions de culture et du climat : la disponibilité européenne d'une variété en semences bio est parfois dépendante de la réussite d'une seule parcelle de multiplication…

204105- Folio : q321 - Type : qINT-204105 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Qualité des semences bio

Les normes de qualité pour la commercialisation des semences et plants biologiques sont les mêmes que celles pour les semences et plants conventionnels. Cette production suit donc un double cahier des charges : une obligation de moyen (règlement AB) et une obligation de résultats (règlement technique de la production de semences).

Concernant les qualités germinative et sanitaire des semences biologiques, les études Fnams/Itab menées depuis 1999 montrent que les semences potagères produites dans un itinéraire agrobiologique sont d'une qualité souvent « comparable » à celles produites en conventionnel. Des différences peuvent cependant être observées selon divers critères qui restent à hiérarchiser : espèce, adaptation de la variété aux conditions de cultures bio, zone de production, année.

Des recherches, essentiellement conduites en interne par les sociétés de semences, sont en cours pour optimiser la qualité sanitaire des semences biologiques : procédés d'enrobage bio des graines, techniques de désinfection des semences à la vapeur... Certaines d'entre elles sont présentées dans ce guide ▹ **voir plus loin** ◃.

## Les producteurs de plants potagers

Un certain nombre de maraîchers bio passent par l'intermédiaire de producteurs de plants potagers, ce qui entraîne parfois une limitation du choix variétal. Il existe cependant un gradient de situations, dans lesquelles le producteur de plants peut être :

- ▹ un simple sous-traitant qui cultive des variétés que le producteur a choisies au préalable,
- ▹ un conseiller fournissant, en plus de la production de plants, une véritable aide à la décision en tenant compte des caractéristiques géographiques et du segment de marché sur lequel le producteur souhaite se positionner,
- ▹ un prescripteur qui fournit uniquement les variétés de sa gamme variétale.

Dans ces trois cas de figure, le producteur a accès à un niveau différent d'information sur les variétés qu'il va cultiver ; il peut par exemple ignorer si elles sont issues de semences biologiques ou non traitées, ou leurs caractéristiques agronomiques particulières.
Plusieurs producteurs de plants potagers sont référencés sur la base www.semences-biologiques.org.

204105 - Folio : q322 - Type : qINT-19-14-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Et ailleurs en Europe ?

En dépit d'une même réglementation bio européenne n°889/2008 stipulant que des semences biologiques doivent être utilisées dès lors qu'elles sont disponibles, la situation est très contrastée d'un pays à l'autre en Europe.

### Bases de données recensant l'offre dans chaque pays

Si tous les pays sont tenus par la réglementation bio de mettre en place une base de données (BDD) qui recense l'offre en semences bio, l'absence de règles précises quant à ces BDD induit des disparités et ne facilite pas la transparence. Certains pays utilisent une même interface www.organicxseeds.com : la Suisse, l'Allemagne, le Danemark, l'Angleterre, le Luxembourg, la Belgique, la République Tchèque, et la Bulgarie. D'autres comme la France ont développé leur propre base (www.semences-biologiques.org) et d'autres … ne sont pas accessibles au public comme celle de l'Espagne.
Le portail Internet de la Commission européenne propose des liens vers ces BDD de semences biologiques et de matériels de multiplication dans les différents États membres : http://ec.europa.eu/agriculture/organic/eu-policy/seed-databases_fr



F. Rey

▷ *Jeunes plants de betterave potagère aux Pays-Bas, dont les semences ont été traitées à l'eau chaude*

### Gestion des listes « hors dérogation »

Un autre exemple de contraste entre pays européens concerne les groupes variétaux en liste « hors dérogation » (HD), c'est-à-dire pour lesquels il n'est pas possible d'obtenir une dérogation en raison de la disponibilité suffisante en semences bio. En 2013, en France, il y avait 16 groupes variétaux en « HD ». En 2011, il y en avait près de 300 en Suisse, et environ 70 aux Pays-Bas. L'Allemagne vient de mettre en place cette liste HD et l'Angleterre y réfléchit depuis peu…
Les pays ayant mis en place cette liste spécifique font très souvent preuve de flexibilité (cas de la France et des Pays-Bas) afin de ne pas trop restreindre la diversité de choix variétal : des dérogations pour des variétés spécifiques (locales, usage, aspect) restent possibles même si elles sont gérées directement par des experts.



F. Rey

▷ *Multiplication de semences biologiques de chicorée en plein champ*

204105 - Folio : q323 - Type : qINT-19-14-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche
Bagatta



F. Rey

▷ *Porte-graines de diverses espèces en AB sous abri dans la Drôme*

# PRODUIRE DES SEMENCES BIO

Cultiver des légumes pour la consommation peut donner envie d'aller plus loin et de produire également soi-même les semences de ses légumes. Cette envie peut être celle, par exemple, de se diversifier, celle de relever le défi technique de conduire une parcelle de porte-graines ou celle de viser l'autonomie de son système en produisant ses propres semences. L'objectif peut aussi être de disposer de semences de variétés qu'on ne trouve pas dans le commerce, en particulier des variétés traditionnelles locales et ainsi de les préserver, seul, ou mieux, collectivement.

Pour des raisons liées à la biologie (autogamie[19], allogamie[20]) et au cycle des espèces (annuelles[21], bisannuelles[22]), à la gestion du désherbage ou des ravageurs et maladies, **certaines espèces sont plus « faciles » à multiplier, il s'agit des laitues, des chicorées, des Cucurbitacées et des Solanacées**. Il est conseillé de démarrer une production de semences avec ces dernières, car les résultats seront plus aléatoires pour la carotte et le chou (désherbage, *Alternaria*, cycle bisannuel), l'oignon (durée du cycle, désherbage, mildiou), le haricot (battage de petits lots, bactériose), la fève et le pois (bruche …).

## Auto-production de semences

Chaque espèce a ses particularités. De plus, si l'on multiplie chaque année des semences sans se soucier de sélection, la variété se transformera naturellement sous l'influence de l'environnement, des conditions de culture et de la sélection naturelle qui s'en suit. En l'absence de sélection, elle évoluera petit à petit vers son type « sauvage », qui n'est hélas pas celui qui nous intéresse pour la consommation (ex. racines blanches chez la carotte). L'influence inconsciente de celui qui fait le travail a aussi un impact non négligeable sur l'évolution de la variété. Non avisé, ce dernier aura tendance, par exemple, à toujours choisir les plantes portant les plus gros fruits ou pire il commercialisera les fruits des plus beaux plants et gardera pour la semence les plus rachitiques.
En d'autres termes, **la « pureté » d'une variété se perd beaucoup plus vite qu'elle ne se restaure, il convient donc d'être particulièrement vigilant aux mélanges accidentels, aux croisements indésirables ainsi qu'à la dégénérescence consanguine**.

### Les points de vigilance pour l'auto-production de semences

▷ **Les mélanges accidentels :** c'est de loin la cause la plus fréquente de dégénérescence des variétés des plantes autogames (perte de rendement et de qualité). Les risques de mélange existent à chaque étape de la culture des porte-graines, surtout quand on travaille sur un grand nombre de variétés et quand ce travail se fait à plusieurs.

▷ **Les croisements indésirables :** il est impératif pour éviter des croisements indésirables de respecter les distances d'isolement. Elles peuvent être de quelques mètres pour les plantes autogames (ex. haricot nain) et de plusieurs centaines de mètres voire quelques kilomètres pour les plantes allogames (ex. betterave, épinard : 1500 m). Un tableau des distances d'isolement entre espèces est disponible sur www.itab.asso.fr. Pour certaines espèces (carotte, chicorée, betterave...), il faut également être vigilant vis-à-vis des croisements avec des espèces sauvages.

**AVERTISSEMENT**

**Bien que passionnant, le sujet de l'auto-production de semences ne sera que « survolé » dans cet ouvrage ; il nécessiterait un tome entier pour être correctement développé.**

*19 - Plante autogame : plante dont les individus ont la capacité de se féconder eux-mêmes, le pollen de leur étamines étant compatible avec leur pistil, et privilégient ce mode de reproduction. N'est jamais observé à 100%. Ex. de plantes autogames : haricot, laitue, mâche, pois et en partie la tomate (suivant les conditions de culture).*

*20 - Plante allogame : plante dont la reproduction implique ou privilégie un croisement avec d'autres individus (pollinisation croisée). Le vent (ex. : maïs betterave) et les insectes (ex. : carotte, choux) sont les principaux vecteurs du pollen.*

*21 - Plante annuelle : le cycle de vie de la plante ne dépasse pas une année de culture (ex. laitue, pois, radis). Elles ont un cycle assez court pour être effectué complètement (du semis à la graine) en une seule saison.*

*22 - Plante bisannuelle : même si le légume peut être consommé la première année, ces plantes ont besoin d'une seconde année de culture pour produire les éléments floraux qui donneront des semences (ex. carotte, poireau ou betterave)*

204105 - Folio : q324 - Type : qINT-19-14-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Pour s'affranchir de ce risque de croisement, il est aussi possible de cultiver les porte-graines (par exemple pour les choux, oignons ou carottes) dans des tunnels équipés de filets anti-insectes et d'y lâcher des bourdons ou des mouches pour assurer la pollinisation. Pour un petit nombre de porte-graines certains utilisent aussi des cages équipées de filets anti-insectes.

▷ **La dégénérescence consanguine :** si l'on conserve un trop petit nombre de porte-graines, il n'y a plus assez de brassage génétique et la variété peut rapidement dégénérer, c'est-à-dire perdre en rendement et en qualité. Ceci est particulièrement vrai pour des plantes allogames telles que l'oignon, le poireau ou le maïs, pour lesquelles il faudrait garder au moins une centaine d'individus. Pour les plantes autogames dont les variétés sont assez homogènes (ex. laitue, tomate), il est possible de ne récolter les semences que sur 5 à 15 plantes.

▷ **La réglementation :** d'un point de vu réglementaire, à ce jour - mais la législation peut évoluer - **il est autorisé de produire ses propres semences de légumes, mais uniquement pour les variétés du domaine public, c'est à dire non protégées par un COV ou un brevet**. Un COV peut être national[23] et/ou européen[24]. Si l'auto-production de semence est autorisée, leur commercialisation, don ou échange sont encadrés réglementairement, de même que la commercialisation de plants potagers.

▷ **La récolte, le séchage, le battage puis le triage** et les conditions de stockage sont à considérer sérieusement. Quand on ne dispose pas d'une petite batteuse et d'une colonne à air permettant de trier presque toutes les graines, du petit matériel comme des tamis (avec différentes tailles de maille) sont bien utiles. Un ventilateur, des grilles et des sacs étiquetés s'avèrent aussi nécessaires. Pour le stockage, un local sec à température constante (la moins élevée possible), légèrement aéré et obscur est idéal (attention aux rongeurs !). Vérifiez le taux de germination de vos graines avant vos semis pour ne pas avoir de mauvaises surprises !



F. Rey

▷ *Porte-graines d'oignons en fleur en Anjou. La culture sous abri permet de s'affranchir des attaques de mildiou et des croisements indésirables.*

## Pour aller plus loin

*Celles et ceux qui souhaiteraient produire leurs propres semences peuvent se référer à l'ouvrage de Christian Boué,* ***Produire ses graines bio – Légumes, fleurs et aromatiques,*** *paru en 2012 aux éditions Terre vivante. L'auteur, membre du Biau Germe depuis 18 ans, rappelle les fondamentaux de la sélection : cycles et biologie des plantes, mécanismes de reproduction végétale, maintenance… Puis, pour 55 légumes, aromatiques et fleurs, il précise comment sélectionner les graines, les recueillir, les trier, les conserver, les planter. Si cet ouvrage est probablement le plus complet en langue française sur le sujet, il en existe d'autres, vous trouverez plusieurs références sur le site Internet associé à cet ouvrage.*
*Une autre bonne solution est de suivre une formation de plusieurs jours sur le sujet ; certains Gab en proposent.*

23 - C'est l'Instance nationale des obtentions végétales (INOV), intégrée au Geves, qui édite un « Bulletin officiel de l'INOV» avec les COV français en vigueur (abonnement payant)

24 - Pour les COV européens, il existe un site Internet permettant de connaître les titres en vigueur (www.cpvo.europa.eu)

204105 - Folio : q325 - Type : qINT-19-04-05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche Bagnata



F. Rey

▷ *Multiplication de semences biologiques de melon sous abri dans la Drôme*



F. Rey

▷ *Portes-graines de plusieurs variétés de laitues sous abri en Provence. Tunnel conduit en AB, sous contrat avec un établissement semencier de la région.*

# Multiplier pour des semenciers

Une autre activité passionnante est celle de la multiplication de semences biologiques. Plusieurs établissements semenciers sont à la recherche d'agriculteurs multiplicateurs biologiques. Les surfaces concernées, l'abri ou le plein champ, les espèces et le type de variétés (population ou hybride F1) dépendent essentiellement de l'établissement semencier et de ses marchés.

## Une activité rémunératrice mais risquée

**Il s'agit d'une activité de diversification intéressante, qui peut être rémunératrice, mais qui nécessite aussi un haut niveau de technicité et une certaine prise de risque à ne pas négliger.** Cette production cumule une obligation de moyen (le règlement AB) ainsi qu'une obligation de résultats (règlement technique de la production de semences).

Lorsque la production n'est pas conforme, elle peut être refusée… si tel est le cas, c'est une perte nette si le contrat ne prévoit pas une certaine garantie pour le producteur. Ce contrat est établi entre le semencier et l'agriculteur avant la mise en place de la culture, il fixe les droits et obligations de chaque partie ainsi que les conditions de rémunération. Le partage des risques est difficile à établir, c'est pourquoi il est vivement conseillé de prendre contact avec des structures telles que la Fnams (Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences) avant de s'engager. Dans certaines régions productrices de semences, les Gab et/ou les Chambres d'agriculture peuvent également venir en appui.

## Bien maîtriser les plantes adventices

La maîtrise des plantes adventices est le point délicat de la culture de porte-graines, notamment pour les espèces bisannuelles qui restent parfois plus de 12 mois en place. C'est le cas de la carotte qui est semée début août de l'année N et dont la graine sera récoltée fin août de l'année N+1, ou du poireau, champion toutes catégories, qui met 17 à 18 mois pour aller du semis à la semence !

Les plantes adventices sont préjudiciables au bon développement de la culture des porte-graines. Une mauvaise maîtrise technique, en particulier du désherbage, peut générer des coûts de main d'œuvre importants. **Ce poste peut représenter jusqu'à 30 à 70 % des charges, c'est d'ailleurs une des principales raisons du surcoût des semences biologiques**. De plus, les semences de certaines espèces adventices sont parfois difficilement « triables », voire « intriables », ce qui peut déprécier le lot de semences, parfois même entraîner son refus.

Il est donc préférable de prendre en compte ce paramètre avant même l'implantation de la culture (choix de la parcelle, précédent, faux semis, binage en prélevée…) et d'être équipé d'outils adaptés. Un matériel d'irrigation adapté est aussi essentiel pour réussir ce type d'activité.

### *Pour aller plus loin*

*Si la multiplication de semences vous intéresse, prenez contact avec l'Itab ou avec la Fnams qui pourront vous renseigner et vous fournir de la documentation technique. A lire :*

- *« Le désherbage mécanique en production de semences », Hors série Bulletin Semences, 55 pages, Fnams, juillet 2013.*
- *Plusieurs fiches techniques sont téléchargeables gratuitement sur le site Internet de l'Itab.*

204105- Folio : q326 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:34
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# QUELLES SEMENCES BIO POUR DEMAIN ?

L'agriculture biologique se caractérise par une grande diversité de systèmes de culture dans des environnements plus variés qu'en conventionnel. Les agriculteurs sont confrontés à de nombreux facteurs limitants et recherchent des variétés adaptées mais aussi adaptables à leurs différents systèmes et environnements. Pour développer l'AB et améliorer la qualité de ses produits, il est nécessaire de développer une sélection avec des critères spécifiques et des méthodes compatibles avec les principes de ce mode de production. L'objectif final est de faire progresser l'ensemble des systèmes vers la qualité, la performance, l'autonomie (limitation de l'utilisation d'intrants, et par conséquent d'énergie fossile), dans une optique de développement durable. Les variétés sélectionnées pour l'AB peuvent intéresser tout agriculteur qui s'inscrit dans cette optique, qu'il soit bio ou non.



F. Rey

▷ *Bineuse à doigts réglée pour porte-graine de carottes biologiques dans l'Aude*

## Quelles stratégies de sélection pour l'AB ?

### Critères de sélection pour l'AB

Il ne fait aucun doute que les buts de certains programmes de sélection conventionnelle actuels présentent un certain nombre de similitudes avec les programmes biologiques de sélection. Pourtant quelques considérations sont particulièrement importantes pour le développement de variétés adaptées à l'AB, de même que la priorité que l'on va donner à l'un ou à l'autre de ces critères (▷ **voir encadré** ◁) :

- ▷ adaptation optimale aux conditions de cultures locales : climat, dynamique de disponibilité des éléments fertilisants,
- ▷ valorisation des éléments fertilisants (ex. développement racinaire, capacité de symbiose* avec les micro-organismes du sol),
- ▷ durabilité des résistances et des tolérances aux ravageurs et aux maladies, en particulier grâce à une bonne vigueur globale des plantes,
- ▷ stabilité des rendements,
- ▷ aptitude à concurrencer les plantes adventices (ex. vigueur à la germination, levée rapide, pouvoir couvrant),
- ▷ qualité nutritionnelle et sensorielle pour répondre aux attentes des consommateurs (▷ **voir encadré** ◁).



F. Rey

▷ *Parcelle de multiplication et de sélection de semences biologiques, établissement De Bolster aux Pays-Bas*

#### *Critères de sélection sur brocoli : comparaison bio et conventionnel*

*Une étude sur le brocoli menée aux Etats-Unis en 2009 a comparé les attentes de producteurs biologiques et conventionnels. Ceux-ci étaient invités à noter leurs préférences parmi plusieurs variétés qui leur étaient présentées sur des parcelles d'essai. Ce travail a été complété par des entretiens.*

*Il en ressort que les priorités de sélection diffèrent radicalement, excepté pour la forme et la taille des têtes de brocoli. Les producteurs conventionnels recherchent avant tout des variétés récoltables mécaniquement, ayant une uniformité de maturité, de taille des plantes et de finesse des grains. De leur côté, les producteurs biologiques étaient plus attentifs au goût, à la capacité de concurrencer les plantes adventices et à la résistance aux stress abiotiques ainsi qu'aux maladies et ravageurs.*

** Voir glossaire*

204105 - Folio : q327 - Type : qINT-29-04-05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche Bagnata



F. Rey



C. Vindras

▷ *Séance de dégustation de brocolis dans le cadre du projet Solibam*

### *Sélectionner sur la qualité gustative*

*Le goût reste un facteur déterminant dans l'achat de légumes, notamment en circuits courts : il ne peut être négligé dans la sélection. Pourtant, jusqu'à récemment, ce critère difficile à appréhender était relativement peu pris en considération.*
*Une thèse Itab/Inra ayant pour objet la « Construction d'un outil d'évaluation de la qualité sensorielle en sélection participative : cas du blé et du brocoli » a eu lieu entre 2012 et fin 2014 en lien avec le projet européen Solibam. En prenant pour cas d'étude le pain artisanal au levain et le brocoli, elle vise à déterminer l'importance relative des facteurs influençant la qualité sensorielle, en prenant en compte les aspects génétiques, environnementaux, les pratiques culturales, les procédés de transformation ainsi que les attentes des consommateurs. Un autre volet important consiste à développer des tests et des outils permettant aux agriculteurs et aux sélectionneurs d'améliorer la qualité gustative des produits.*

*A lire : Guide pratique* **« Comment évaluer la qualité gustative d'un produit ? »**, *téléchargeable sur le site de l'Itab. Il comprend 10 fiches expliquant quels tests mettre en place, comment préparer les échantillons et comment analyser les résultats.*

## Règles pour la sélection végétale biologique : vers des variétés biologiques

En 2012, l'assemblée générale d'Eco-PB a validé des règles pour encadrer la sélection végétale biologique, c'est-à-dire la sélection de plante « en » et « pour » l'AB. Ces règles permettent, dans un premier temps, de définir des conseils de « bonnes pratiques ». L'objectif, à terme, est qu'elles puissent servir à certifier des programmes de sélection végétale biologique.
Selon ces règles, l'activité de sélection elle-même intègre les principes de l'agriculture biologique, tant dans ses ressources, dans ses techniques, dans ses stratégies que dans ses critères socio-économiques.
Afin de prendre en compte l'interaction plante-environnement et d'accélérer le gain de la sélection, cette dernière s'effectue dans les conditions de l'agriculture biologique (avec encore une exception précisément encadrée pour la régénération à partir de culture de méristèmes).
La cellule est considérée comme une entité fonctionnelle indivisible et la barrière des espèces est respectée. Pour garantir cela, le processus de sélection, les ressources de départ et les techniques de sélection appliquées seront rendues publiques.
La diversité génétique ainsi que les programmes de sélection participative impliquant les acteurs concernés (producteurs, sélectionneurs, transformateurs, détaillants et consommateurs) sont promus.
**Le terme de variété biologique désigne des variétés ayant été sélectionnées en respectant ces différents principes de la sélection biologique. Ces variétés biologiques se distinguent ainsi des semences biologiques** pour lesquelles bien souvent, seule l'étape de multiplication des semences commerciales est réalisée en conditions biologiques.

Même s'ils ne sont pas encore certifiés « sélection végétale biologique » en tant que tels, de tels programmes de sélection sur des espèces potagères existent depuis quelques années, développés par des organisations bio, des instituts de recherche ou des associations comme par exemple en Allemagne avec Kultursaat (▷ **voir encadré** ◁) ou dans Solibam (Itab-Inra-Gautier Semences : partenaires français). Des entreprises privées ont également démarré ces 5-10 dernières années de tels programmes pour l'AB, notamment aux Pays-Bas (ex. Bejo, Vitalis ou De Bolster) et en Suisse (Sativa Reinhau).

204105 - Folio : q328 - Type : qINT-29-04-05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## *Kultursaat, une association allemande pour la sélection biodynamique*

*L'initiative à l'origine de l'association Kultursaat a émergé il y a plus de 25 ans en Allemagne ; elle compte aujourd'hui près de 250 membres (sélectionneurs producteurs, jardiniers amateurs, revendeurs et consommateurs). Les 18 sélectionneurs actifs sont répartis dans toute l'Allemagne, ainsi qu'aux Pays-Bas et en Suisse. Ils sélectionnent en conditions biodynamiques de nouvelles variétés à partir de variétés traditionnelles (variétés non hybrides disponibles dans le commerce, si possible biologiques ou variétés obtenues auprès des banques de semences) et en n'ayant recours qu'à des méthodes de sélection conformes à la biodynamie. Selon eux, il est important de maintenir ces variétés sur les fermes de façon à ce qu'elles co-évoluent avec les pratiques agricoles.* A contrario, *dans les banques de gènes, la conservation des graines en frigo ou congélateur est d'une part coupée des pratiques de culture et d'autre part réalisée sur un très petit nombre d'individus.*

*Pour toutes les espèces, mais spécialement pour les espèces allogames (choux, carottes), de bons résultats ont été obtenus par Kultursaat en procédant surtout à des sélections massales positives (elles consistent à choisir les plus beaux individus), et en portant une attention toute particulière à la qualité gustative. Ce travail permet de couvrir toutes les espèces importantes de légumes : carotte, différents choux, laitue, tomate, poivron, potiron, concombre, oignon, poireau, haricot et betterave.*

*Le succès de l'initiative se mesure au nombre de variétés créées depuis 1994 : en juillet 2012 ce sont plus de 50 variétés ayant fait l'objet d'une inscription au Catalogue officiel et donc commercialisables en Europe. C'est considérable pour une si petite structure, en si peu de temps et avec si peu de moyens financiers.*

*La production et la commercialisation des semences sont assurées par des entreprises semencières dont BingenheimerSaatgut AG, créée par le collectif, est la principale.*

***Plus d'infos : www.kultursaat.org - www.oekoseeds.de***



*M. L. Melliand*

## Sélection pour l'AB : une large place pour l'innovation

En conclusion, il y a une large place pour l'innovation, tant dans les critères de sélection, dans le type de variété développé, que dans l'environnement et les méthodes de sélection. Ces travaux doivent permettre de faire progresser l'ensemble des systèmes biologiques vers de meilleures performances et la stabilité de ces performances, vers plus de durabilité ainsi que vers encore davantage de qualité nutritionnelle et organoleptique des produits biologiques.

204105- Folio : q329 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black





F. Rey

▷ *Graines de haricots*

## Quelles techniques innovantes pour la qualité des semences ?

Pour assurer une qualité optimale des semences, la multiplication de variétés adaptées à l'AB ainsi que la prophylaxie (mesures préventives) au champ et à la récolte sont prioritaires. Il existe en outre des méthodes pour améliorer, lorsque c'est nécessaire, la qualité sanitaire des semences biologiques. Ces méthodes potentiellement utilisables en bio (▷ **voir ATTENTION** ◁) visent à éliminer ou contrôler des agents pathogènes pouvant être véhiculés par les semences (bactéries, champignons, virus).

**Ces techniques peuvent être regroupées en quatre catégories :**

▷ **Méthodes physiques :** la thermothérapie est la technique la plus étudiée. Elle consiste à détruire par la chaleur les micro-organismes pathogènes qui se trouvent à la périphérie de la semence sans altérer ses capacités germinatives. Différents fluides de transfert de chaleur sont possibles (eau, air, vapeur). D'autres méthodes sont aussi expérimentées : rayonnement infrarouge, pression osmotique, ultrasons, vide, méthodes mécaniques (brossage, ventilation).

▷ **Oligo-éléments :** ex. traitement avec un produit à base de cuivre.

▷ **Extraits organiques :** acides organiques (ex. acide acétique ou vinaigre, acide lactique), poudre de lait, de moutarde, extraits de plantes, huiles essentielles, éthanol.

▷ **Micro-organismes :** ce sont les méthodes les plus récentes. Il est potentiellement possible de développer des agents de contrôle biologiques contre différents parasites*, mais ils seront spécifiques d'un pathogène, la technique ne pourra pas être universelle. Ce sont souvent des champignons ou des bactéries qui sont utilisés en enrobage de semences. Des produits de ce type sont déjà commercialisés en Europe, comme par exemple le Cerall® *(Pseudomonas chlororaphis)*, homologué en France sur céréales contre la carie, fusariose et septoriose et utilisable en bio.

Seules les méthodes physiques telles que la thermothérapie n'ont actuellement pas de contrainte réglementaire (excepté le respect de conditions de sécurité), ce qui favorise leur développement, contrairement aux techniques utilisant des produits désinfectants comme le vinaigre par exemple.

### La thermothérapie

La thermothérapie (traitements des semences à l'eau chaude ou à la vapeur) est déjà pratiquée par quelques établissements, en particulier sur les espèces potagères. Très efficaces contre de nombreux agents pathogènes véhiculés par les semences, ces traitements peuvent être délicats à mettre en œuvre (durée du traitement, température, séchage) pour ne pas affecter la faculté germinative des graines. Sur la plupart des espèces potagères, cette technologie peut être appliquée avec une bonne efficacité contre les infestations fongiques (95 % pour les *Alternaria*, 80 à 95% pour les *Phoma lingam* ou *Phoma valerianella*) ou bactériennes.

**Quelques paramètres :**

▷ Pour les traitements à l'eau chaude, les paramètres varient de 40 à 53°C et de 10 à 40 minutes suivant les lots, les espèces et les pathogènes concernés.

▷ Pour les traitements vapeur, la température de la vapeur est de l'ordre de 65°C et la durée de 60 à 120 secondes. Cette méthode de désinfection est donc particulièrement avantageuse en raison de sa courte durée et du séchage rapide des graines après le traitement.

**ATTENTION**

**Les substances citées ne sont pas forcément autorisées en AB, mais ont un intérêt potentiel sur la qualité des semences. Vérifier si un produit est utilisable en AB et ses usages sur le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'INAO. Accès sur http://www.itab.asso. fr.**

* *Voir glossaire*

204105- Folio : q330 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Jaune

## Le vinaigre

L'action de l'acide acétique, l'ingrédient actif du vinaigre, en tant que fongicide est signalée à partir de 1928 dans de nombreuses publications scientifiques et techniques. Le vinaigre est alors utilisé comme fongicide pour protéger les plantes de blé et d'orge ou des semences de légumes (carottes, tomates...). Cette technique a ensuite été remplacée par les traitements chimiques.
Récemment, avec le développement de l'AB, cet usage du vinaigre pour la désinfection de semences a été remis au goût du jour, et plusieurs travaux sont en cours en France et à l'étranger pour en comprendre son mode d'action et en mesurer son efficacité vis-à-vis de plusieurs pathogènes. (Dossier approuvé en 2015).

### *Pour aller plus loin : les modes d'action de l'acide acétique*

*Selon des études expérimentales, le vinaigre limite l'agression des spores de champignons. Dans les protocoles, les graines contaminées sont trempées 10 à 40 minutes dans une solution contenant du vinaigre à différentes concentrations en acide acétique[25]. Ce dernier présente des propriétés fongicides à large spectre, utilisé seul ou en combinaison, par exemple avec des oligo-éléments tels que le cuivre. Son effet a notamment été démontré sur* Alternaria *en carotte et tomate, maladies fongiques transmises par les semences. Sur des semences très contaminées de carotte, des concentrations de vinaigre à 2% d'acide acétique donnent des résultats équivalents à ceux de l'eau de Javel.*

*Le vinaigre a également un effet bactéricide, grâce à son impact sur le pH du milieu. Selon la littérature scientifique, les bactéries pathogènes exigent une valeur optimale de pH de 7,2 pour leur croissance : le milieu acide induit par les vinaigres limite leur développement. Par exemple, au delà d'une concentration de 2,5% d'acide acétique, le vinaigre (de cidre, de vin blanc et rouge) inhibe la croissance de l'agent du chancre bactérien de la tomate* (Clavibacter michiganensis) *et de la moucheture bactérienne de la tomate* (Pseudomonas syringae pv.Tomato)*. L'effet inhibiteur du vinaigre à une concentration de 10% est supérieur à une solution de 50 ppm de sulfate de streptomycine (antibiotique).*

*Les tests de germination ont montré que les différents types de vinaigre examinés n'influent pas sur la capacité de germination des graines traitées si la concentration est faible. L'effet inhibiteur des vinaigres sur la capacité de germination des semences débute à une concentration de 2,5% et s'intensifie proportionnellement à la concentration. Sur tomate, une concentration supérieure à 20% réduit la capacité de germination et ralentit la croissance des plantules.*

25 - *Le vinaigre commun a généralement une concentration moyenne de 5 à 8% en acide acétique*

204105- Folio : q331 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# SOURCES


- Actes de colloque, 2009 - **Colloque EcoPB : Strategies for a future without cell fusion techniques in varieties applied in organic farming.** Paris. Téléchargeable sur www.itab.asso.fr.
- Actes de colloque, 2009 - **Séminaire semences : Techniques de sélection biologique et perspective.** Paris. Téléchargeable sur www.itab.asso.fr.
- Collin F. et al., 2013 - **Le désherbage mécanique en production de semences.** Hors série Bulletin Semences, 55 pages, Fnams, juillet 2013.
- Daunay M.C., 2009 - **Cultivars hybrides chez les espèces légumières.** Le sélectionneur français (60), 73-90.
- Delmond F., Coulombel A., 2012 - **Kultursaat, une association pour la sélection biodynamique de légumes.** Dossier Semences et plants biologiques. Alter Agri, n°116
- Delmond F., Konaté K., 2005 - **Débat sur la stérilité mâle cytoplasmique et son acceptabilité en agriculture biologique.** Alter Agri, n°69.
- FiBL, Louis Bolk Instituut, Bioland, Itab, Soil Association, 2001 - **Techniques de sélection végétales - Evaluation pour l'agriculture biologique.** Dossier FiBL N°2.
- Jonis M., 2005 - **Usage des hybrides à CMS en agriculture biologique.** Alter Agri, n°72.
- Lizot J-F., Griboval B., Guenard M., 2002 - **Désinfection des semences : des produits naturels pour la bio.** Alter Agri, n°53.
- Marchand P. et Coulombel A., 2013 - **Le vinaigre : efficacité anti-fongique et anti-bactérienne sur semences potagères et grandes cultures.** Alter Agri, n°116.
- Mériaux B., 2008 - **Synthèse des méthodes biologiques de traitement de semences.** Actes journées technique thermothérapie (22 jan. 2008). Téléchargeable sur www.itab.asso.fr.
- Porteneuve C., Rey F., Mazollier C., Marle M., 2012 - **Criblage des variétés de légumes en AB** - 10ème année d'évaluation : le point sur trois légumes. Dossier Semences et plants biologiques. Alter Agri, n°116.
- Rapport du fonctionnement de la base de données sur les semences biologique en 2012, téléchargeable dans la rubrique « actualités » du site www.semences-biologiques.org
- Rey F., 2002-2006 - **Bulletins n°2-9** « Semences et Plants bio en Languedoc-Roussillon ». Biocivam de l'Aude, téléchargeables sur : www.bio-aude.com/images/imagesFCK/file/espace_producteurs/semences_et_plants/bulletins_semences_bc11/
- Rey F., 2008 - **Création variétale de légumes biologiques : Tour d'horizon de quelques initiatives.** Alter Agri, n°91.
- Rey F., 2009 - **Techniques innovantes de traitements des semences compatibles avec l'AB.** Fiche santé n°5, RMT DévAB, téléchargeable sur www.devab.org
- Rey F., Collin F., 2009 - **Critères de qualité des semences potagères dans un itinéraire agrobiologique.** 5èmes rencontres du végétal, Angers INHP.
- Rey F., Sinoir N. Mazollier C., 2012 - **Semences potagères biologiques : stimuler l'offre et l'utilisation.** Dossier Semences et plants biologiques. Alter Agri, n°116.
- Vindras C., Sinoir N., Rey F., Taupier-Letage B., Coulombel A., 2011 - **Guide pratique : Comment évaluer la qualité gustative d'un produit ?**. Guide Solibam téléchargeable sur www.itab.asso.fr.
- Wisbar A., Hinke R., 2008 - **Traitements de semences à l'eau chaude, témoignages sur semences potagères.** Actes journée technique Itab sur la thermothérapie du 22/01/2008.


# RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**
- Frédéric Rey (Itab)

**Relecture**
- Marie-Laëtitia Melliand, Patrice Marchand, Monique Jonis, Blaise Leclerc, Aude Coulombel (Itab)
- François Delmond, président de la commission Semences et plants de l'Itab
- François Le Lagadec, représentant professionnel P.A.I.S. et membre du bureau de la commission Semences & Plants de l'Itab
- Mathieu Conseil (P.A.I.S.-IBB)
- Catherine Mazollier (Grab)
- Christophe Cardet, Christiane Schaub et Nicolas Daspres (APCA)
- François Collin (Fnams)
- Véronique Chable (Inra)

204105- Folio : q332 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# 3-2 PRODUIRE SES PLANTS

## PRODUITS DE QUALITÉ

**La production de plants sur l'exploitation correspond à des choix personnels, pratiques ou économiques. Elle permet d'être autonome, notamment pour le choix des variétés et des périodes de semis et de plantation. Elle est intéressante, voire indispensable, dans le cas de petites quantités, ou lorsque le pépiniériste est très éloigné. Elle peut réduire à moyen terme le coût de production de la culture, l'achat de plants représentant une charge opérationnelle importante. Elle nécessite cependant des équipements adaptés, des connaissances techniques et une forte disponibilité. Un échec peut coûter cher, et il est parfois plus raisonnable d'acheter ses plants chez un pépiniériste, notamment pour les espèces qui imposent un minimum de chauffage (semis faits en période hivernale).**

## DANS QUELS CAS PRIVILÉGIER LES PLANTS ?

### Pourquoi faire des plants de légumes plutôt qu'un semis direct ?

- pour permettre une germination rapide et homogène, grâce à de bonnes conditions de température (serre + éventuellement tablette chauffante),
- pour les espèces exigeantes en chaleur (essentiellement Solanacées et surtout Cucurbitacées, fenouil…),
- pour mieux concurrencer les adventices, car au moment du repiquage des plants en plein champ ces derniers sont beaucoup plus développés que la flore adventive,
- pour une mise en place à la densité idéale (le semis direct est plus aléatoire !),
- pour gagner en précocité et envisager des séries impossibles à faire en semis direct,
- pour les petites graines très pénibles à semer en direct, comme les salades,
- quand les semences sont rares ou chères (ex. : variétés anciennes).

204105- Folio : q333 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



## Dans quels cas les plants ne sont pas adaptés ?

Les plants sont inutiles, voire impossibles, dans les cas suivants :
- pour les légumes-racines, car le pivot est endommagé au moment de la transplantation,
- pour les légumes à croissance très rapide, comme le radis,
- pour des légumes ne posant pas de problèmes de désherbage sur certains créneaux de production : navet de garde, épinard...

## Ne pas vouloir tout faire soi-même

Certains plants sont plus délicats à faire que d'autres, c'est notamment le cas pour les plants greffés (aubergine sur tomate ou tomate sur tomate), qui nécessitent un savoir-faire et une installation permettant le contrôle d'une humidité optimale à la prise des greffes. Il est important de bien dimensionner l'outil à la gamme de plants envisagée (chauffage, surface de table, automatisation de la fabrication des mottes, du semis et de l'arrosage).



J. Argouarc'h

*Des plants en mottes bien alignés en train d'être arrosés*

# DIFFÉRENTES TECHNIQUES POUR FAIRE SES PLANTS

On distingue plusieurs façons de fabriquer ses plants, qui sont souvent toutes utilisées sur une même ferme car elles ont chacune leurs avantages et inconvénients et sont plus ou moins adaptées à chaque espèce de légumes :

- **Le semis en mottes pressées :** les mottes de terreau sont réalisées à l'aide d'une motteuse ou d'un presse-motte manuel, sans contenant particulier. Il faut ensuite placer ces mottes dans des caisses en plastique.
- **Le semis en plaques alvéolées ou « mini-mottes » :** cette technique s'est fortement développée depuis quelques années, notamment pour les cultures mises en place en plein champ (plantation plus facile et mécanisable) : choux, poireaux, oignons… Elle présente plusieurs avantages par rapport aux mottes traditionnelles :
  - elle permet un faible investissement de départ (autour de 7 € / plaque), en s'affranchissant de l'achat d'une motteuse
  - elle facilite la manutention des plants, entraînant ainsi une réduction du temps de travail
  - elle économise du terreau.
- **Le semis en terrine :** en semant directement dans un bac rempli de terreau, notamment pour les Solanacées, on gagne du temps par rapport à la confection de mottes. Il faut ensuite repiquer en godets ou mottes.

204105- Folio : q334 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

- **Les plants en godets :** utilisé pour semer de petits lots lorsqu'on n'a pas de motteuse ; pour semer directement certaines espèces comme les courges et courgettes et pour le repiquage des plants en mini-mottes.
- **Le semis en pleine terre aussi appelé « en pépinière » :** les plants dits « en racines nues » sont des plants élevés en pleine terre, à très forte densité. Cette technique permet une économie de place en début de culture, tout en favorisant une régularité ultérieure de la culture en permettant l'élimination des sujets trop petits ou mal formés (on ne conserve que les plus beaux plants pour la plantation). La pépinière de pleine terre concerne les choux, le poireau, quelques fois la betterave, l'endive, etc. Les techniques de semis ne sont pas différentes du semis direct en place, les méthodes de protection (gelée, insectes) non plus.



Grab

*Plants issus de semis en plaques alvéolées*

# MATÉRIEL ET ÉQUIPEMENTS

## Local de production

Selon la quantité de plants produits sur la ferme et la durée nécessaire avant leur plantation, ceux-ci sont élevés :

- Soit dans la maison d'habitation ou un local chauffé (dans ce cas un éclairage artificiel est souvent nécessaire),
- Soit dans une serre ou un tunnel dédié à la production de plants.

Si le terreau est fabriqué à la ferme, il est aussi utile de prévoir une aire pour sa fabrication et un lieu de stockage non gélif.

### Tunnel de semis

La production de plants est essentiellement réalisée sous abris, sauf pour certains plants en racines nues (poireaux et choux notamment) qui pourront être réalisés à l'extérieur en période favorable. Les abris utilisés sont souvent des tunnels plastiques de 7 à 9 m de largeur et de longueur variable selon les besoins de la ferme ; des abris artisanaux peuvent aussi convenir. La taille du local est proportionnelle à la quantité de plants à produire à la période la plus chargée, habituellement en fin d'hiver et début de printemps.

Il est également courant de réserver une partie d'une serre de production pour élever les plants, en l'isolant du reste du tunnel par une bâche pour que la chaleur émise par le chauffage d'ambiance ou les nappes chauffantes reste dans la partie consacrée à l'élevage des plants.

La serre à plants doit être bien exposée (orientation est-ouest de préférence, devant une haie) et lumineuse (bâches bien transparentes). Elle doit également être bien isolée de l'air extérieur, avec une bonne étanchéité. Un doublage des portes et des parois avec un deuxième film en polyéthylène, ou du plastique à bulles, est recommandé, bien qu'il entraîne une perte de luminosité. Une solution pratique est l'ajout d'arceaux sur la table de semis, permettant de couvrir l'ensemble d'une deuxième bâche plastique à l'intérieur du tunnel pendant la nuit et les journées très froides (ou de voiles de forçage, dont l'intérêt est de limiter les phénomènes de condensation). Pour éviter l'enherbement, il est conseillé de recouvrir le sol de bâches tissées. Enfin, la serre à plants doit être proche de l'habitation pour une meilleure surveillance et toutes les interventions régulières : arrosages, ventilation, etc.



J. Argouarc'h

*Semis en godets de Cucurbitacées au premier plan (et plants de tomates en mottes pressées à l'arrière-plan)*



J. Argouarch

*Un tunnel divisé en 2 parties : une pour les semis et l'autre à usage d'abri pour le matériel*

204105- Folio : q335 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black



J. Argouarc'h

▷ *Serre de semis début mai : tout l'espace est occupé*

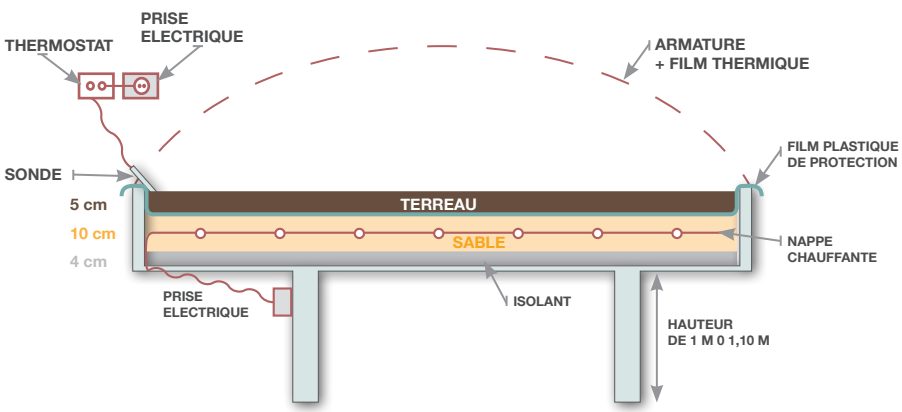
## Chauffage

Il peut être indispensable de chauffer l'ambiance (chauffage à air pulsé, table chauffante), notamment en hiver pour les cultures de fin d'hiver (salade, fenouil, blette, navet botte, épinard, choux…) et de printemps (Solanacées et Cucurbitacées, haricot). Les besoins en chaleur varient selon les espèces, ils sont rappelés dans les fiches légumes du tome 2. Pour l'aubergine par exemple, la température optimale de germination se situe entre 25 et 30 °C, la température minimale à 20 °C. Plus on se rapproche de la température optimale, plus la levée est rapide (dans l'exemple de l'aubergine, la levée a lieu en 3 jours à 30 °C, et en 8 jours à 20 °C). Une fois levés, les besoins des plants en chaleur restent importants, mais baissent progressivement jusqu'à la plantation. Pour l'aubergine, la température optimale diurne passe ainsi de 23-25 °C à 18-20 °C, et la température optimale nocturne de 20 à 16 °C.

Le chauffage localisé sur tablette est nécessaire soit pour le semis des espèces exigeantes en chaleur pour la germination (Solanacées et Cucurbitacées), soit pour maintenir une température constante de germination (exemple : 12 °C pour les salades, épinards, blettes) : on utilise alors des tablettes surélevées, équipées d'une nappe chauffante ou de câbles électriques (compter 200 à 300 W/m²), et souvent protégées par des chenilles (arceaux + voile de forçage).

Il est assez facile de fabriquer soi-même ses tables chauffantes (▷ **voir figure 1** ◁) et d'autres couches à même le sol (pour les plants repiqués). Une résistance électrique de 20 m de long permet de réaliser une table de 3 m² (par exemple 1,20 x 2,50 m). Ce sont le thermostat et la sonde qui représentent le coût principal de la table.

**Figure 1 - Schéma de fabrication d'une table chauffante**




*Source : J. Argouarc'h*

204105- Folio : q336 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## Ventilation et hygrométrie

La ventilation est tout aussi importante que le chauffage. C'est elle qui permet de contrôler l'hygrométrie et de prévenir les maladies cryptogamiques. La ventilation est également le seul moyen d'éviter les températures élevées sous la serre en pleine journée. En cas de forte chaleur, l'hygrométrie de la serre peut être augmentée en arrosant le sol de la serre, avec pour résultat un rafraîchissement de l'atmosphère. Des informations plus détaillées sur les modalités d'aération des abris en général sont données au ▹ **Chapitre 5-3 Serres et tunnels** ◃.

## Arrosage

Il faut veiller à bien adapter l'arrosage à la température ambiante, et si possible ne pas arroser avec de l'eau trop froide qui provoque des chocs thermiques. Un réservoir placé dans la serre peut permettre d'obtenir une eau tempérée. L'automatisation de l'arrosage peut permettre un gain de temps non négligeable et une garantie de réussite accrue.

## Éclairage d'appoint

Il n'est pas indispensable mais peut être utile pour les semis réalisés très tôt au printemps (tomate, aubergine, poivron) et à l'intérieur d'un bâtiment ne recevant pas assez la lumière extérieure. L'éclairage artificiel permet notamment d'éviter que les jeunes plants ne filent et ne s'étiolent (allongement excessif de la tige).

## Tables et supports

Les tables de semis doivent être suffisamment ajourées pour que les racines ne cherchent pas à sortir des contenants. En effet, si les contenants sont posés sur des surfaces pleines qui gardent l'humidité, les racines auront tendance à se développer à l'extérieur du contenant. Si les plants prennent racine en dehors des contenants, il y aura un stress supplémentaire lors de leur mise au champ. Il faut aussi s'assurer que les plateaux et les tables soient de niveau, sinon, lors de l'arrosage, l'eau peut s'accumuler davantage à un endroit plutôt qu'à un autre, créant ainsi des inégalités de croissance, l'apparition de la fonte de semis, etc.



A. Coulombel

▹ *Un réservoir placé à l'intérieur de la serre à plants permet d'obtenir une eau tempérée*

204105- Folio : q337 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black



# Matériel de fabrication des mottes

La fabrication des mottes nécessite du matériel spécifique, variable selon les quantités de plants à faire : motteuse ou presse-mottes manuel. L'utilisation des mini-mottes, ou plaques alvéolées, est de plus en plus courante. Pour des petits lots de plants, on pourra également utiliser des godets. Avant repiquage en godets les semis peuvent aussi être réalisés dans des terrines (notamment pour les Solanacées).

## Plants en mottes pressées

C'est le mode de production le plus courant : il est utilisé pour la majorité des cultures sous abris et exige un vrai terreau « à mottes », acheté dans le commerce. Lorsqu'on réalise beaucoup de semis en pépinière sous abri, il est intéressant de s'équiper d'une motteuse, individuellement ou en groupe (les presse-mottes manuels suffisent pour un grand jardin).
On a le choix entre plusieurs tailles de mottes :

- La majorité des plants de légumes peuvent être produits en mottes de 4 cm (150 mottes par caisse de 40 x 60 cm) : 500 à 800 mottes par sac de terreau de 70-80 litres.
- Les mottes de 6 cm sont principalement utilisées pour les cardes et melons (60 mottes par caisse de 40 x 60 cm).
- Les mottes de 7 ou 8 cm permettent de produire la quasi-totalité des plantes chauffées (Solanacées, Cucurbitacées) : 70 à 100 mottes par sac.
- Les mottes de 10 cm sont réservées aux plants greffées (24 mottes par caisse de 40 x 60 cm).



V. Rosenwald

*Confection de mottes pressées avec une motteuse*

Le prix d'une motteuse est très variable en fonction des options (trémie pour terreau, tapis roulant, humidificateur, semoir pneumatique ou mécanique…) ; ainsi, une motteuse neuve avec trémie et semoir coûte environ 7 500 €. Il est possible d'acheter des motteuses d'occasion à partir de 1 000 €.

Pour des petites quantités de plants, il est plus économique d'utiliser un presse-mottes manuel (35 € pour 5 mottes de 3,8 cm ou 4 mottes de 5 cm, 225 € pour 20 mottes de 3,8 cm ou 12 mottes de 5 cm). Mais la motteuse manuelle est beaucoup plus gourmande en temps, il est donc nécessaire de bien calculer si c'est la meilleure solution en fonction du nombre total de plants à faire sur la ferme.

Pour les plants en mottes, il faut disposer de caisses à plants en plastique, parfois remplacées par des cagettes en bois.

## Plants en plaques alvéolées

Les plaques alvéolées sont des plaques, en plastique (réutilisables) ou en polystyrène (fragile), où toutes les alvéoles qui les composent sont solidaires les unes des autres. Elles mesurent généralement 40 x 60 cm et comportent 60, 77, 104, 150, 240, 300, 360 alvéoles, de forme cubique ou cylindrique, de diamètre 2 à 5 cm environ. Un appareil de semis automatique sur une plaque entière permet un gain de temps non négligeable. L'achat ou la fabrication d'une plaque de dépotage peut permettre de retirer plus rapidement les plants des plaques alvéolées.

L'inconvénient majeur des mini-mottes est leur faible réserve en eau, le volume de terreau étant plus faible que dans les mottes classiques. Pour compenser, il est nécessaire de multiplier la fréquence d'arrosage des plants au quotidien. Le choix du terreau est capital, tous n'étant pas adaptés aux mini-mottes.



Grab

*Plaque alvéolée à 104 trous cylindriques*

204105- Folio : q338 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

L'utilisation de plaques alvéolées demande quelques ajustements techniques par rapport à la production de plants en mottes :

- Les plaques alvéolées doivent être remplies avec du terreau un peu moins humide que celui utilisé pour la confection des mottes pressées. Pour les pépinières longues (choux, poireaux, etc.), il est recommandé d'enrichir son terreau avec un amendement organique, ou d'ajouter au cours de la durée de pépinière un engrais organique azoté comme le purin d'ortie ou de consoude pour favoriser la croissance des plants.
- L'aération des mini-mottes se fait moins bien qu'en mottes de 4 cm. Pour l'améliorer, il est conseillé de surélever les plaques dès la levée des plantules, permettant ainsi de faire circuler l'air au-dessus et en-dessous, ou de poser les plaques sur du sable grossier.
- Sur certains plants (choux, poireau) ces plaques peuvent être rappuyées au sol pour permettre un développement plus important des plants et s'affranchir de la faible quantité de terreau mis à disposition.

## Cas des plants en racines nues : le semis en pépinière de pleine terre

Cette technique nécessite un bon semoir, mais pas de matériel spécifique pour récupérer les jeunes plants (une simple bêche suffit). Elle peut être pratiquée en plein air si les conditions climatiques sont favorables. On sème en lignes, sur un sol préalablement désherbé (faux-semis et destruction des plantes adventices). Il faut éclaircir et désherber régulièrement les pépinières pour permettre une croissance homogène des plants. Pour les poireaux, le diamètre des tiges pour la plantation doit être celle d'un crayon, et pour faciliter la reprise, l'extrémité des racines et des feuilles des plants à repiquer est généralement sectionnée.

204105- Folio : q339 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# TERREAU

La qualité du terreau est essentielle à la réussite des plants. Il doit fournir aux jeunes plantules :
▹ un milieu bien aéré,
▹ retenant correctement l'eau,
▹ suffisamment riche en éléments fertilisants, mais sans excès (salinité faible),
▹ et surtout un milieu indemne d'agents pathogènes.

Ce dernier point est primordial, de nombreuses maladies (champignons aériens - mildiou, anthracnose, botrytis, alternariose…, champignons telluriques* - *Pythium, Fusarium, rhizoctone, Sclerotinia, Verticillium*…, bactérioses, viroses) pouvant être transmises par le terreau et/ou les plants. Rappelons que la « fonte des semis », responsable du dépérissement des jeunes plantules au moment de la levée, est occasionnée par un complexe de plusieurs champignons, le plus souvent composé de *Pythium sp., Phytophthora sp., Phoma sp., Phomopsis sp., Rhizoctonia solani* et *Botrytis cinerea*. D'autres champignons telluriques* comme *Fusarium sp., Alternaria sp.* et *Sclerotinia sp*. peuvent également être responsables, seuls ou en association, de la fonte des semis. La plupart des espèces maraîchères peuvent être concernées. On trouvera plus de détails sur la lutte contre ces maladies dans le ▹ **chapitre 2-4** ◃.

## Définition

Les terreaux sont généralement composés de tourbe, de composts, d'engrais organiques et autres fertilisants. Ils ont la propriété d'absorber une grande quantité d'eau. Ils constituent un lit de semence idéal.
Le terme «terreau» n'est pas mentionné dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008. Seule la tourbe, pouvant entrer dans la composition des terreaux, y est citée.

**La tourbe dans l'annexe I du règlement CE n° 889/2008**

| Dénomination | Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi |
|---|---|
| ***Tourbe*** | Utilisation limitée à l'horticulture (maraîchage, floriculture, arboriculture, pépinière) |

Du point de vue de la réglementation générale, les terreaux sont appelés «supports de culture», et sont définis dans la norme Afnor NF U 44-551 (2002) :
*« Produits destinés à servir de milieu de culture à certains végétaux. Leur mise en œuvre aboutit à la formation de milieux possédant une porosité en air et en eau telle qu'ils sont capables à la fois d'ancrer les organes absorbants des plantes et de leur permettre d'être en contact avec les solutions nécessaires à leur croissance. »*

Le marquage obligatoire pour la commercialisation de ces produits est le suivant (page 24 de la norme) :
*« ⓐ la mention SUPPORT DE CULTURE NF U 44-551 écrite en lettres capitales ;*
*ⓑ la dénomination du type telle qu'elle est fixée à l'article 4 (pour les articles 4.2 et 4.3) suivie le cas échéant de la dénomination «avec...» suivie du ou des additifs, telle que prévue à l'article 4.4 pour les supports avec additif(s) ;*
*ⓒ les marquages obligatoires prévus par la réglementation sur les matières fertilisantes : à la date de parution de la présente norme, il s'agit de : identité du responsable de la mise sur le marché, volume, masse nette, pays d'origine pour*

* Voir glossaire

204105 - Folio : q340 - Type : qINT-19-14-05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche Bagnata

*les produits hors CE, matière sèche sur brut, matière organique sur sec, résistivité exprimée par la conductivité, capacité de rétention pour l'eau ainsi que la dénomination du type des amendements organiques rajoutés ;*
*ⓓ les marquages obligatoires prévus à l'article 4 pour chaque dénomination de type. »*

## Différents types de terreaux selon l'objectif recherché

Le choix du terreau est essentiel : on n'utilisera pas le même terreau selon que l'on fait un semis en mottes pressées, en plaques alvéolées ou en terrine, selon qu'il s'agit de la germination ou de la croissance.

### Terreaux de germination

Les terreaux de germination doivent assurer une levée rapide, ils doivent contenir suffisamment d'eau (les graines absorbent deux à trois fois leur volume en eau pour germer), résister au tassement, être suffisamment poreux. Leur richesse nutritive importe peu : les plants vivent uniquement sur les réserves de la graine au début de leur développement. Par contre, un excès de salinité inhibe la germination. Pour choisir un support de germination, seules importent les caractéristiques physiques (capacité de rétention en eau, porosité).

Ce sont, selon les cas, des mélanges de sable, perlite, vermiculite, pouzzolane, tourbes, argiles expansées.

### Terreaux de croissance

Les terreaux à motter ou terreaux de croissance sont par contre constitués de deux fractions :
▹ des matières inertes pour donner la structure,
▹ des matières nutritives.

Pour la fraction inerte, il s'agit le plus souvent de tourbes blondes et brunes associées parfois à des écorces compostées.
En culture conventionnelle, la fraction alimentaire est constituée d'engrais chimiques « retards » ou apportés dans l'eau d'irrigation. En agriculture biologique, on a recours à des engrais ou amendements organiques additionnés de produits minéraux naturels. **La désinfection du terreau se fait soit par compostage, soit par pasteurisation à la vapeur, dans le but de détruire les graines d'adventices et les germes pathogènes.** Des compléments foliaires peuvent aussi être apportés (extraits d'algues, poudres de roches).

L'alimentation de la plante est assurée par la minéralisation des matières organiques mélangées au support. Elle est étroitement dépendante de la température qui n'est pas toujours bien maîtrisable. Une minéralisation trop rapide peut provoquer une libération d'ammoniaque ou une concentration excessive en sels minéraux, ce qui risque de « brûler » les racines. Par contre si elle est trop lente, la plante va végéter. La difficulté consiste donc à disposer d'un terreau suffisamment riche pour couvrir les besoins du plant sur la période voulue, mais pas trop riche pour ne pas entraîner de toxicité. Les terreaux biologiques, fabriqués avec des quantités élevées de compost, disposent d'une proportion de tourbe plus faible, d'où une moindre capacité de rétention en eau et une moindre porosité. Il faut en tenir compte pour l'arrosage qui doit être très régulier pour éviter le dessèchement et la prise en masse. Par ailleurs ces mottes doivent être manipulées avec précaution pour éviter le risque d'effritement.

204105- Folio : q341 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

### *Zoom sur la tourbe*

*La tourbe, souvent un mélange de tourbe blonde et de tourbe brune, est utilisée dans la fabrication des terreaux car elle a les qualités d'une éponge : sa capacité de rétention en eau est de l'ordre de 200 % en volume, ce qui permet, malgré le faible volume des mottes, d'assurer une alimentation hydrique convenable, surtout dans le cas des mini-mottes. La tourbe amène également une structure stable (colmatage lent) ce qui garantit une porosité (apport d'oxygène aux racines) et un comportement de dessiccation - ré-humectation corrects.*

*Mais les ressources en tourbe ne sont pas inépuisables et les tourbières sont des écosystèmes à préserver. Certains cahiers des charges bio privés imposent d'ailleurs l'utilisation de terreaux contenant moins de 70 % de tourbe (par exemple en Suisse, ou Biobreizh en Bretagne). Un travail de recherche expérimentation est nécessaire pour trouver des alternatives à l'utilisation de la tourbe (notamment à base de cellulose).*

## Acheter ou faire son terreau ?

Le coût du terreau est d'environ 6 à 8 € HT le sac de 70 litres, variable selon les marques et les quantités achetées. Il est impératif d'acheter le terreau au fur et à mesure de ses besoins pour éviter un long stockage, notamment à la chaleur (risque de phytotoxicité par dégagement d'azote ammoniacal) et à la lumière (dégradation des enveloppes plastiques). Ce type de terreau « industriel » est indispensable pour la confection des mottes pressées (bonne tenue des mottes). La fabrication d'un terreau « maison » est possible pour les plants en plaques alvéolées ou en godets mais attention en particulier aux excès ou manques d'azote.

*Tableau 1 - Exemple de composition d'un terreau « maison »*

| Constituant | Proportion en volume | Remarques |
|---|---|---|
| ▷ ***Tourbe*** | 38 % | ▷ C'est le composant principal du mélange, elle doit être de première qualité, ni trop fine, ni trop grossière. La proportion peut être plus importante pour un terreau de germination (50 % et plus). |
| ▷ ***Perlite ou vermiculite*** | 25 % | ▷ Elle augmente le drainage et l'aération du mélange. |
| ▷ ***Compost*** | 25 % | ▷ C'est l'élément fertilisant du mélange. Pour un terreau de germination la proportion peut être plus faible, de l'ordre de 15 %. En plus du compost, un engrais organique type poudre de sang ou farine de plumes peut être ajouté (de l'ordre de 0,1 % du mélange total en volume). |
| ▷ ***Terre*** | 12 % | ▷ Elle sert à diminuer la salinité totale du mélange. La terre utilisée doit être ni trop sableuse, ni trop argileuse. Elle n'est pas utile pour les terreaux de germination. |

*Source : J-M. Fortier. Le jardinier-maraîcher. 2012*

Quel que soit le terreau utilisé, acheté ou « fait maison », il est important de tout noter pour acquérir une bonne expérience en la matière et corriger ses mélanges d'une fois sur l'autre. En cas de problème, fonte de semis ou autre, le fait d'avoir noté les ingrédients utilisés, les proportions, les dates et conditions de fabrication des mottes, etc., peut permettre dans la plupart des cas d'éclaircir la source précise du problème rencontré. C'est important pour améliorer sa façon de procéder dans le cas des terreaux faits maison, mais également dans le cas de terreau acheté, pour étayer un dossier de réclamation en cas de litige.

204105- Folio : q342 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# CHOIX DES SEMENCES ET DES VARIÉTÉS

Ce choix est déterminant pour le futur état sanitaire de la culture. Comme expliqué dans les ▹ **chapitres 2-3 et 2-4 et chapitre 3.1** ◃, la lutte contre les maladies et ravageurs impose la mise en œuvre de mesures préventives, dont beaucoup concernent la propreté des contenants et du matériel, la qualité des terreaux et des semences ainsi que le choix variétal.

## Utiliser des semences saines

De nombreuses maladies sont transmissibles par les semences (▹ **voir chapitre 3.1** ◃). Elles sont provoquées par certains champignons (*Phoma* sur mâche, Septoriose sur céleri …), par des bactéries (sur tomate : *Clavibacter michiganense, Pseudomonas syryngae …*) ou des virus (sur tomate : TMV, Pépino).

Les méthodes de désinfection sont encore rares en agriculture biologique, même si la thermothérapie progresse chez certaines sociétés de semences. Il est donc essentiel d'utiliser des semences les plus saines possibles.

## Choisir des variétés tolérantes

L'utilisation de variétés tolérantes aux maladies et ravageurs est une sécurité supplémentaire vis-à-vis de certains ravageurs (puceron sur melon, nématode sur tomate) ou de certaines maladies (oïdium sur melon et courgette, mildiou sur salade et épinard, virus sur courgette et concombre, fusariose et verticilliose sur tomate…).

D'autre part, ces tolérances sont régulièrement contournées (notamment le mildiou sur salade et épinard).

**ATTENTION**

**Ces variétés tolérantes ne sont pas toujours disponibles en semences biologiques ou conventionnelles non traitées.**

## Greffage

La technique du greffage permet d'éviter certains ravageurs et maladies du sol (corky-root, fusariose, verticilliose et nématodes sur tomate et aubergine). Pour l'aubergine (greffée sur tomate), elle permet également de multiplier au moins par deux les rendements. En effet le système racinaire de la tomate étant beaucoup plus développé que celui de l'aubergine, les plants d'aubergine greffés sur tomate produisent plus de fruits que les plants non greffés.

Le greffage nécessite une bonne maîtrise de la technique et des équipements adaptés pour un contrôle de l'hygrométrie dans les jours qui suivent la réalisation de la greffe. Il est préférable d'acheter les plants chez un spécialiste, ou de suivre une formation au greffage si l'on souhaite se lancer dans la technique.

204105- Folio : q343 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black



# PRODUIRE SES PLANTS : DU SEMIS À LA PLANTATION

Ce dernier paragraphe résume les actions à réaliser lorsque l'on réalise soi-même ses plants, dans l'ordre chronologique, du semis à la plantation en pleine terre.

## Du semis à la levée

Pour garantir une germination rapide, et éviter les maladies type fonte des semis (▷ **voir chapitre 2-4 Maladies** ◁), il faut respecter certains principes :

- ▷ des températures ambiantes et de terreau, constantes et adaptées à l'espèce (▷ **voir tableau 2** ◁), en évitant les fortes variations,
- ▷ le terreau doit être suffisamment humide pour bien hydrater l'enveloppe de la graine,
- ▷ celle-ci doit être suffisamment enfoncée pour garder cette humidité, mais sans excès, sinon, la germination sera pénalisée (profondeur maximum : 2 à 3 fois le diamètre de la graine),
- ▷ le semis peut être recouvert de sable, de terreau, ou de vermiculite pour maintenir le lit de semences plus humide,
- ▷ ne pas arroser avec une eau trop froide,
- ▷ mais attention, les risques de fonte de semis sont importants si le substrat est trop humide et trop froid.

Au préalable il peut être utile de réaliser un test de germination, surtout en cas de variétés-populations ou de semences fermières.

### Exigences thermiques pour la germination

Les températures minimales de germination des principales espèces sont rappelées dans le ▷ **tableau 2** ◁.

**Tableau 2 - Températures minimales du substrat pour la germination des semences**

| Espèces | Températures minimales de germination |
|---|---|
| **Espèces exigeantes en chaleur pour la germination :** chauffage indispensable | |
| ▷ ***Concombre*** | 22°C - 23°C |
| ▷ ***Tomate, poivron, aubergine*** | 20°C - 22°C |
| ▷ ***Melon, pastèque, courgette, céleri, fenouil, chicorée*** | 19°C - 20°C |
| ▷ ***Oignon, poireau, ciboulette, persil, betterave*** | 12°C - 15°C |
| **Espèces pouvant germer à basse température :** Il est toutefois recommandé de les faire germer à 16 – 20 °C pour garantir une germination rapide et homogène | |
| ▷ ***Laitue, mâche, épinard, chou*** | 4°C |

*Source : Mazollier, 2011*

204105- Folio : q344 - Type : qINT-20141105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Biotexta

## Désinfection du matériel

En cas de problème sanitaire, les plaques alvéolées doivent être lavées et stérilisées entre chaque cycle de production. Les substances permises en agriculture biologique pour la désinfection sont rappelées dans l'arrêté interministériel du 5 janvier 2010 « *Cahier des charges concernant le mode de production biologique d'animaux d'élevage et complétant les dispositions des règlements CE n° 834/2007 du Conseil et CE n° 889/2008 de la Commission – Annexe VII*». Les objets à désinfecter doivent être propres, car la saleté et la matière organique empêchent l'action des désinfectants.

### *Exemple de substances autorisées en AB pour le nettoyage et la désinfection*

- *Hypochlorite de sodium (eau de Javel)*
- *Eau chaude*
- *Savons potassique et sodique*
- *Alcool*
- *Soude caustique*
- *Potasse caustique*
- *Essences naturelles de plantes*
- *Acides : citrique, acétique, formique, oxalique…*

**ATTENTION**

**La liste de ces substances étant soumise à variation, il faut vérifier, avant usage, auprès de l'organisme de certification si elles sont autorisées.**

## Constitution des mottes

Le terreau doit être humidifié pour la constitution des mottes, mais pas trop. La bonne humidité est celle qui correspond à un non-écoulement d'eau lorsque l'on comprime une poignée de terreau dans la main. Les motteuses perfectionnées sont équipées pour l'humidification. Sinon on peut le faire à la main ou, plus rapide et plus régulier, à la bétonnière.
La réalisation des mottes demande une bonne maîtrise de la machine, sous peine de mauvaise levée : la motte doit être suffisamment serrée pour ne pas se défaire, mais aussi suffisamment poreuse pour laisser circuler l'air car la germination ne peut se faire qu'en présence d'oxygène.

Pour les plaques alvéolées, il est recommandé de tasser légèrement le terreau de manière uniforme, par exemple en faisant tomber le plateau bien horizontalement de quelques cm de hauteur. Veillez à ne pas trop tasser le terreau dans les alvéoles. En effet un terreau trop tassé laisse peu circuler l'air, se dessèche moins vite, favorisant ainsi le développement de maladies racinaires.



*J. Argouarc'h*

▷ *Une motteuse munie d'un semoir*

## Pratique du semis

Afin de positionner correctement chaque graine au centre de la motte, quelle que soit la taille de cette dernière, il est préférable de réaliser une légère dépression au centre de la motte. Pour les plaques alvéolées, les dépressions peuvent être préparées en série grâce à un gabarit s'adaptant sur chaque plaque, par simple pression.

La motteuse est munie d'un semoir utilisable pour les graines enrobées (céleri-rave, laitue...) ou pour les graines nues (mâche, oignon, poireau, plantes aromatiques, navet...). Il est utile de disposer de grilles de diamètres différents, allant de 2 à 5 mm.



*V. Rosenwald*

▷ *Dépressions au milieu de chaque motte pour recevoir les graines*

204105- Folio : q345 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Les graines placées au centre de chaque dépression sont ensuite recouvertes de sable, de terreau, de vermiculite voire de papier journal humide. Cela permet d'éviter le dessèchement du lit de semence. Il faut compter une épaisseur de deux à trois fois le diamètre de chaque graine. Jusqu'à la germination il est possible de mettre les mottes dans l'obscurité. Par la suite il leur faut suffisamment de lumière.

## Conduite après la levée

### Repiquage

C'est une technique qui consiste à transférer les plantules d'une petite motte (en général d'une plaque alvéolée) à une motte plus grande, en général dès l'apparition de la première feuille, après le stade cotylédons. Le repiquage est couramment utilisé pour les plants dont la croissance est longue avant leur plantation en pleine terre : Solanacées, Cucurbitacées. Il permet d'économiser de la place en début d'élevage des plants, tout en offrant à ces derniers, au moment de leur repiquage, un volume racinaire plus important et un terreau plus riche (passage d'un terreau de germination à un terreau de croissance).

Pour les Solanacées, les semis se pratiquent également beaucoup en terrines, ce qui est plus rapide qu'en plaques alvéolées. Le repiquage s'effectue alors au stade cotylédons, juste avant l'apparition de la première feuille.

Le repiquage est une opération délicate, les plantules étant fragiles et pouvant être stressées si leurs racines sont endommagées pendant l'opération. Il permet une première sélection des meilleurs sujets, la seconde sélection ayant lieu au moment de la plantation finale en pleine terre.

### Gestion du climat et de l'arrosage

La gestion du climat en pépinière est primordiale pour réduire le développement des maladies cryptogamiques : en hiver, l'objectif est de réduire l'hygrométrie grâce à l'aération, et inversement en été, il faut augmenter l'hygrométrie et réduire les températures en pratiquant des bassinages sous climat chaud et sec.
La gestion de l'irrigation permet de diminuer le risque de fonte des semis : il faut éviter les excès d'eau, les à-coups d'irrigation et l'eau trop froide.
Les traitements fongicides en pépinière sont peu pratiqués en agriculture biologique, sauf sur les Brassicacées chez les pépiniéristes.

### Protection contre les ravageurs

Il existe plusieurs méthodes pour protéger les semis contre les ravageurs :

- ▹ La protection avec des voiles anti-insectes (▹ **voir chapitre 2-2** ◃) peut s'avérer indispensable pour certaines pépinières : choux pour la protection contre les chenilles, altises, mouches et punaises ; poireaux pour la protection contre la mineuse. Les voiles seront éventuellement posés sur des arceaux pour ne pas écraser les jeunes plants.
- ▹ La protection contre les chenilles pourra également être réalisée par des traitements à base de *Bacillus thuringiensis*.
- ▹ Les fourmis sont parfois préoccupantes en pépinière : le soufre ou la glu étant insuffisants, l'utilisation de spinosad pourra éventuellement limiter leur infestation. Ce produit étant toxique pour les auxiliaires, il est préférable de l'utiliser sous forme de pièges (boîtes plastiques à l'intérieur desquelles les fourmis pénètrent pour ingurgiter le spinosad).

204105- Folio : q346 - Type : qINT-20140505 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

▹ **Une attention particulière doit être portée à la protection contre les limaces et les rongeurs, friands de plantules et de graines en hiver.** Les rongeurs ne pouvant escalader des parois lisses verticales, il est utile de munir les tables de semis de pieds métalliques et de les éloigner des accès éventuels (par le haut ou les côtés). Il convient de surveiller attentivement les limaces et escargots et d'intervenir si nécessaire avec des applications de phosphate ferrique.

## Contrôler et gérer la température et l'hygrométrie ambiantes

Il est important de limiter les fortes variations de températures pour éviter l'étiolement des plantes, surtout si la luminosité est faible : faire attention aux nuits froides, et bien aérer en journée (progressivement), même par temps couvert. En période chaude et très ensoleillée, les plants doivent être protégés par un ombrage.

## Contrôler et gérer la température et l'hygrométrie du terreau

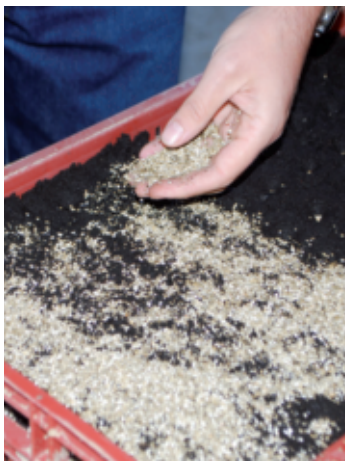
Les conseils suivants sont importants à suivre pour éviter tout accident :

- ▹ éviter que les températures du terreau ne soient trop basses, ces dernières entraînant un risque de fonte des semis,
- ▹ surélever les plants pour permettre un meilleur drainage,
- ▹ ne pas arroser avec de l'eau trop froide,
- ▹ ne pas laisser sécher le terreau, car s'il est trop sec des pertes racinaires sont possibles, et un terreau sec est difficile à ré-humecter,
- ▹ bien contrôler l'humidité du terreau dans les différentes zones de la pépinière, afin d'obtenir une homogénéité de développement de l'ensemble des plants,
- ▹ arroser régulièrement et suffisamment ; restreindre l'arrosage pour limiter le développement des plants (par exemple si le temps ou le terrain ne sont pas prêts pour la plantation) n'est pas une bonne solution car en ralentissant la croissance par un stress hydrique, on fragilise les plants.

## Maîtriser l'arrosage

L'arrosage est une opération délicate qui doit tenir compte des prévisions météorologiques et du stade de développement des plants. Au printemps les températures sous le tunnel de semis peuvent grimper très vite. Sauter un arrosage au cours d'une période chaude peut être fatal pour une partie, ou même pour l'ensemble des plants de la serre. Dans la pratique, **il est recommandé de confier à une seule personne la responsabilité de l'arrosage (et de l'aération) afin de limiter les risques d'oubli.**

Pour obtenir une bonne pénétration de l'eau dans les mottes, Il est nécessaire de faire un premier arrosage léger suivi d'un passage plus copieux. Il est important que l'eau parvienne au fond des mottes pour que le système racinaire explore le maximum de volume. Une alternance entre des cycles secs et humides permet d'obtenir un meilleur développement racinaire que si le terreau est maintenu toujours humide. Il faut donc laisser sécher le terreau partiellement entre deux arrosages (seulement partiellement, attention aux effets d'une dessiccation trop forte : ré-humectation difficile, pertes racinaires).



V. Rosenwald

▹ *Epandage de vermiculite sur semis*

### QUELQUES CONSEILS

- ▹ **arroser le matin pour que le feuillage et la surface du terreau s'assèche le plus vite possible**
- ▹ **veiller à ce qu'une partie de l'eau d'arrosage s'égoutte au fond des mottes, ce qui permet d'éliminer un éventuel excès de salinité**
- ▹ **pour éviter de garder le terrain humide trop longtemps, ne pas arroser copieusement avant une période nuageuse trop longue.**

204105- Folio : q347 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

## *Témoignage de producteurs, Isère*

*(moyenne montagne, 750 m)*

*La ferme : maraîchage sur 1 ha et production de plants pour jardiniers amateurs. Nous produisons tous nos plants ainsi que ceux pour la vente aux jardiniers, soit 15 000 plants de salades, 8 000 plants de tomates, 1 000 plants de courgettes, 20 000 plants de poireaux…*

***Les serres de production :***

- *Une véranda équipée d'une tablette avec nappe chauffante électrique de 5 x 1 m*
- *Une serre non chauffée de 8 x 15 mètres :*
  - *Sable au sol,*
  - *Serre doublée avec du plastique à bulles,*
  - *Utilisation de voiles de forçage P17.*

*Nous disposons aussi à l'extérieur de trois bacs en bois de 1x18 mètres, de 20 cm de profondeur, posés sur de la toile hors-sol et remplis de terreau. Les bacs sont équipés d'arceaux pour petits tunnels et voiles anti-insectes.*

***Matériel : Plaques de 77 alvéoles de 4 cm ; godets de 7x7x8 cm et de 8x8x7 cm, caissettes de semis.***

***Choix du matériel en fonction des espèces :***

- *Salades, choux, betteraves, fenouil, blettes : semis en plaques alvéolées, posées sur terreau dans les bacs,*
- *Poireaux, oignons blancs,… : semis en pépinière dans les bacs,*
- *Tomates, poivrons, aubergines, basilic, céleri : semis en caissettes sur nappe chauffante, puis repiquage en godets 7x7x8 et élevage en serre non-chauffée,*
- *Courgettes, pâtissons, courges : semis en godets 8x8x7 sur nappe chauffante, puis élevage en serre aussitôt la levée, sans repiquage ; une fois bien développés, les plants sont mis en caisse (meilleur suivi de l'arrosage).*

***Gestion de la serre :***

- *Les plants sont posés à même le sol = gain de place ; le sable sert également de masse thermique (10 cm d'épaisseur) et de réserve d'humidité après les arrosages,*
- *Arrosage à l'aide d'un bidon (eau tiédie) puis par aspersion, puis dans les caisses,*
- *Gestion du froid : période délicate en avril (les premiers plants de tomates arrivent fin mars), notamment les nuits ; pose de voiles de forçage (trois couches si besoin) ; ceux-ci sont placés en fin de journée (avant que la température ne retombe), et retirés le matin pour l'aération des plants.*

***Gestion des bacs de culture :***

- *Renouvellement chaque année d'une partie du terreau et ajout d'un engrais organique (5-3-10),*
- *Très peu de désherbage car utilisation de terreau,*
- *Si besoin pose de voiles de forçage à même les semis, de voiles anti-insectes et de tunnels sur arceaux.*

204105- Folio : q348 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Black

# Le temps de la plantation

## Endurcir les plants

Il est nécessaire de réduire progressivement les températures pour endurcir les plants et les acclimater au climat plus froid en pleine terre. Ainsi en fin d'élevage les températures nocturnes recommandées varient de 4 à 10°C selon les espèces. Pour ce faire, les plants peuvent être placés suivant la période dans une serre de forçage ou à l'extérieur de la serre, à l'abri du vent, environ une semaine avant leur plantation en pleine terre. Pour les plants en grosses mottes (Solanacées et Cucurbitacées) un écartement est nécessaire (15 à 20 plants/m²) pour permettre un meilleur développement de la plante et limiter la pression des maladies. Si des températures basses sont prévues la nuit, il est nécessaire de rentrer de nouveau les jeunes plants pendant la nuit, ou de les couvrir d'un voile de forçage / d'hivernage.

## Plantation en pleine terre

La date est fixée en fonction des conditions météorologiques. Si le temps est couvert, la plantation peut avoir lieu le matin, mais par temps ensoleillé, il est recommandé de planter le soir ou en fin d'après-midi, lorsque la transpiration des plantes est plus faible. Les plants doivent être correctement arrosés avant leur plantation, pour permettre une bonne reprise en pleine terre et éviter tout effritement des mottes au cours des manipulations. La surface supérieure des mottes doit être au même niveau que celle du sol. Une motte dépassant de la surface du sol peut sécher rapidement et endommager le jeune plant. Une motte enfoncée trop profondément met le collet du plant sous la surface du sol, ce qui n'est pas recommandé pour certaines espèces (Cucurbitacées notamment). Un arrosage copieux au moment de la plantation est indispensable pour permettre un contact suffisant des racines avec la terre.

## Bien planifier et anticiper sa production de plants

La durée de pépinière est variable et dépendante :

- ▹ des conditions climatiques et de la période : les variations sont fortes selon la lumière (durée du jour et ensoleillement),
- ▹ des températures d'ambiance et du terreau,
- ▹ de l'humidité du terreau.

Par exemple pour des plants de salade, la durée de pépinière peut varier de 21 jours en été à 45 jours en hiver.

**Comme dans le cas du terreau, il est important de noter le maximum d'informations pour chaque espèce de plant réalisée** (dates de semis, de repiquage, de plantation, principales conditions météorologiques, le ratio plants produits / graines semées, les pertes survenues et leurs raisons, etc.). **C'est le seul moyen de progresser d'une année sur l'autre, et ainsi de mieux planifier ces plantations** et d'économiser sur les différents postes de la production de plants (semences, chauffage, temps de travail). Ces informations sont également utiles pour calculer s'il est économiquement rentable ou non de continuer à faire ses propres plants.

204105 - Folio : q349 - Type : qINT-19-14-05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche Bagatta

# SOURCES


- Fortier J.-M. 2012. **Le jardinier-maraîcher, Manuel d'agriculture biologique sur petite surface.** Ed. Ecosociété.
- Leclerc B. 2001. **Guide des Matières Organiques**. Ed. Itab. Tome 1.
- Mazollier C. 2011. **L'autoproduction de plants en maraîchage biologique.** Refbio Paca maraîchage. Ed. Grab & Bio de Provence.
- Méaude M. 2011. **La production de plants en maraîchage biologique.** L'auxiliaire bio n° 14 - Juin 2011 17-19.
- Weill A. et Duval J. 2009. **« Production des transplants » du Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée.** Module 4, Chapitre 6.


# RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**

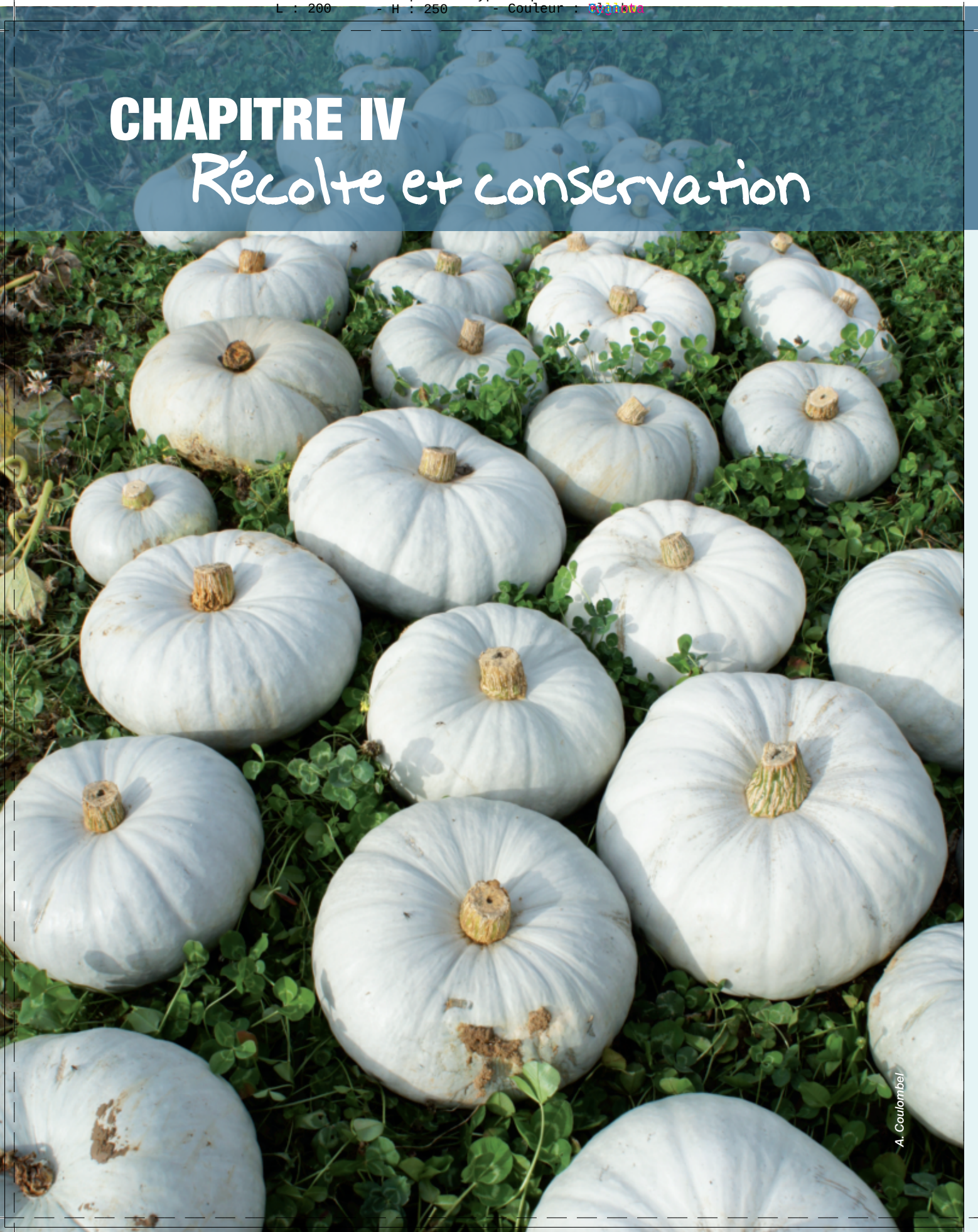
- Blaise Leclerc (Itab)

**Relecture**

- Marie-Laëtitia Melliand, Monique Jonis, Aude Coulombel (Itab)
- Anahid et Rémy Bacher (maraîchers et producteurs de plants dans l'Isère)
- Mathieu Conseil (Plateforme Agrobiologique d'Initiative Bio Bretagne à Suscinio - P.A.I.S./IBB)
- Charles Guillot (FR Cuma Rhône-Alpes, lycée agroalimentaire de Saint-Genis-Laval)
- Charles Souillot (Gab 22)

204105 - Folio : q350 - Type : qINT-19-04-05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche

# CHAPITRE IV
## Récolte et conservation



A. Coulombel

204105- Folio : q351 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**4-1 RÉCOLTE** ..... **352**
- CONSEILS GÉNÉRAUX POUR LA RÉCOLTE ..... 352
- MATÉRIEL DE RÉCOLTE ..... 354

**4-2 LAVAGE ET CONDITIONNEMENT** ..... **356**
- LAVAGE ..... 357
- CALIBRAGE, CONDITIONNEMENT ET VENTE ..... 359

**4-3 CONSERVATION ET STOCKAGE** ..... **360**
- POURQUOI LES LÉGUMES SE DÉGRADENT-ILS ? ..... 360
- LA CONSERVATION SE JOUE AUSSI AVANT LE STOCKAGE ! ..... 364
- MESURES PRÉVENTIVES PENDANT LE STOCKAGE ..... 365
- RÔLE CLÉ DU FROID POUR LA CONSERVATION ..... 367
- QUEL EST LE RÔLE DE L'HUMIDITÉ ? COMMENT LA GÉRER ? ..... 369
- LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE CONSERVATION ..... 370

- SOURCES ..... 375
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 375

204105- Folio : q352 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# 4-1 RÉCOLTE[1]

## CONSEILS GÉNÉRAUX POUR LA RÉCOLTE

Juger de la maturité des cultures n'est pas toujours facile. Si la grosseur et la couleur peuvent éclairer dans la plupart des cas, certaines cultures demandent plus d'expérience (ex. : melon). Quoi de plus désagréable pour un consommateur que de manger un légume trop mature (ex. : haricot filandreux) ou pas assez. De plus, les légumes trop mûrs se conservent généralement moins bien. Le tout est une question d'expérience... et de compromis : il faut mettre en adéquation la durée de conservation prévue et le moment de vente.

Le premier conseil est de ne pas attendre que les légumes soient énormes avant de les récolter. Le public apprécie de plus en plus le mini-légume (ex. : mini-carotte, mini-courgette, mini-choux...), surtout l'été, tandis que de moins en moins de gens utilisent de gros choux par exemple. Le choix des variétés et les distances de plantations ont à cet égard beaucoup d'importance. De plus, si on est amené à jeter des légumes qui se gâtent durant leur stockage, mieux vaut qu'ils soient petits, cela limite les pertes en volume.

### A quel moment de la journée récolter ?

Les légumes qui se conservent difficilement et ceux au feuillage tendre doivent être récoltés peu de temps avant la vente. On a donc intérêt à cueillir les laitues, les légumes-feuilles, les fines herbes et les légumes vendus avec leur feuillage et bottelés (ex. : carottes, betteraves, bettes à cardes, oignons verts) le matin même de la vente ou de la livraison, le plus tôt possible alors qu'ils sont encore frais et fermes. Pour les marchés ou si la livraison se fait tôt le matin et que l'on dispose d'une chambre froide, il est toutefois préférable de les cueillir la veille pour qu'ils soient bien refroidis avant le départ.

Les légumes de serre sont aussi préférablement cueillis très tôt dans la journée pour qu'ils soient à une température fraîche.

Les légumes-fruits en plein champ sont moins exigeants quant au moment optimum de récolte, même si l'optimum reste toujours tôt le matin ou tard le soir, surtout s'ils doivent être stockés en chambre froide.

Hormis en plein été, les tomates de plein champ, les Cucurbitacées et les Brassicacées ont avantage à être cueillis en journée, quand le feuillage est sec, pour prévenir la dissémination des maladies. En revanche en été, il faut éviter toute récolte en journée, car les plantes sont déjà éprouvées par la chaleur et apprécient peu d'être manipulées (haricots verts, pois...).

204105- Folio : q353 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



**ATTENTION**

**Pour différentes raisons physiologiques ou pratiques, le refroidissement à l'eau froide ne convient pas pour les choux, les aubergines, les panais, les piments, les pommes de terre, les courges et les tomates.**

## Pré-refroidissement au champ

Dès la récolte, les légumes devraient idéalement être placés dans un endroit ombragé, et refroidis soit avec de l'eau froide, soit par une ventilation forcée.

Idéalement, si le poste de lavage et d'emballage est situé près des champs, toutes les récoltes peuvent y être amenées. Sinon, surtout si les champs sont éloignés du bâtiment principal, on peut transporter un contenant d'eau froide (avec glace) au champ ainsi qu'un abri portatif, tel qu'une remorque avec un petit toit. Il peut être nécessaire de renouveler l'eau au fur et à mesure qu'elle se réchauffe ou se souille. **L'objectif est d'amener le légume à sa température de conservation** (à celle de l'entrepôt, réfrigéré ou pas) **le plus rapidement possible, en moins d'une heure (d'où l'intérêt de ne pas récolter en pleine chaleur),** puis de conserver cette température constante jusqu'à la vente. Il faut éviter le plus possible les variations de température entre la récolte et la consommation du légume.

## Triage au champ ou triage post-récolte ?

Tout ce qui peut être fait pour réduire le nombre de manipulation des produits permet non seulement d'économiser du temps, de l'argent et de la fatigue, mais surtout de préserver la qualité des légumes. Ainsi, avec un bon matériel et de l'organisation, **une bonne partie du triage peut se faire directement au champ.**

Les légumes qui seront déclassés peuvent rester au champ à moins qu'un problème sanitaire important oblige à sortir tous les végétaux du champ, ce qui est rare.

*1 - Reproduction avec l'aimable autorisation d'Equiterre : A. Weill & J. Duval. 2009. Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée. Ed. Equiterre. Québec. Tous droits réservés. ISBN 978-2-922563-21-4. Dépôt légal, Bibliothèque et Archives Nationales du Québec, 2011. Dépôt légal, Bibliothèque et Archive du Canada, 2011.*

204105- Folio : q354 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# MATÉRIEL DE RÉCOLTE

La plupart des légumes se récoltent manuellement au couteau et pour certains au sécateur, y compris en système légumier lorsque le conditionnement se fait directement au champ.

**Quelques exceptions :**

- la récolte de la pomme de terre nécessite une arracheuse-aligneuse à un ou deux rangs,
- une lame souleveuse, simple ou vibrante, est bien utile pour de nombreux légumes qui doivent être arrachés : carotte, poireau, betterave, céleri-rave, éventuellement oignon, échalote, ail ainsi que les pommes de terre primeur pour ne pas abimer la peau.

**Au-dessus d'une certaine surface d'un même légume, évaluée à 0,25 à 1 ha selon les légumes, l'utilisation de matériel spécialisé est courante :**

- la ramasseuse chargeuse à pomme de terre ou carotte, qui charge la remorque ou des palox,
- la récolteuse à poireau, à salade, etc.

En système « grand jardin », l'arrachage se fait à la fourche bêche, mais il est très intéressant d'emprunter une arracheuse à pomme de terre dès lors que cette culture représente quelques centaines de mètres carrés.

## Outils manuels de récolte

Il est conseillé d'utiliser des couteaux pour la récolte des salades ou des sécateurs pour les Cucurbitacées et les Solanacées. On a intérêt à désinfecter ces instruments de temps à autre avec une solution d'eau de Javel à 1 % pour éviter de répandre les maladies bactériennes.

## Contenants et transport des récoltes

Il faut tout faire pour éviter de lever à répétition les contenants remplis de légumes, pour ménager le dos des travailleurs.
Des seaux en plastique de qualité alimentaire, des bacs et des plateaux en plastique propres sont recommandés pour transporter les légumes cueillis. Pour le transport du champ au poste d'emballage et de lavage, il y a une foule de possibilités : tracteur avec plateforme avant ou arrière, remorque tirée par un tracteur ou un autre véhicule, brouette, chariot à pousser ou à tirer, pick-up ou mini-van...

### QUELQUES ASTUCES

**Dans les régions arboricoles ou viticoles, les coopératives réforment souvent des lots de caisses de récolte qui, du coup, sont accessibles à des prix intéressants (par exemple les caisses à mirabelles en Lorraine).**

*Témoignage /* ***Michel Massuard, Ferme Le Vallon des sources, Québec***

*« J'ai fabriqué un chariot à pousser ou à tirer qui permet de transporter plusieurs caisses en même temps dans des rangs étroits. En fait, l'une des roues du chariot chevauche un rang pour donner de la stabilité. »*

204105- Folio : q355 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta







L'Atelier paysan

*Témoignage / **Franck Vuillermet, Isère***

*« J'ai conçu un banc sur roulettes qui peut accueillir deux personnes[2]. Il permet surtout de faciliter le désherbage, mais peut aussi être utilisé pour certaines récoltes. En y ajoutant des tablettes latérales ou frontales, on peut même imaginer poser les cagettes pour conditionner directement mâche, radis ou haricots. »*

# Outils de récolte mécanisés

## Lame-souleveuse

La lame-souleveuse est un appareil simple tiré par un tracteur et passé sous les légumes-racines pour faciliter leur récolte. Elle peut servir pour les carottes, les poireaux, l'ail, les oignons, les betteraves et tout autre légume racine. On peut parfois en trouver d'occasion ou en fabriquer une (▷ **voir encadré** ◁). **L'utilisation d'une lame-souleveuse ne vaut vraiment la peine que si on a une bonne quantité de légumes-racines à récolter en une seule journée** (ex. : carottes de conservation). Si on ne planifie pas de ventes importantes de légumes-racines, un arrachage manuel peut convenir, parfois à l'aide d'une fourche si le sol est dur. La lame-souleveuse doit être bien ajustée pour ne pas endommager les légumes-racines, il est important pour cela de bien régler l'angle d'attaque de la lame. Il existe des modèles plus sophistiqués, avec des doigts ou une partie vibrante.



L'Atelier paysan

*Témoignage / **GAEC Terre Blanche à Saint Bueil (38)***

*« La conception de cette souleveuse est inspirée de modèles existants. Sa fabrication est entièrement mécano-soudée[2]. Les dents soudées sur la lame souleveuse permettent l'émiettement de la terre et le dégagement des légumes. Nous l'utilisons pour les carottes, les poireaux et les panais. Le gain de temps et d'énergie par rapport à la bêche à main est considérable. »*

## Arracheuse à légumes-racines

L'achat de machines neuves pour récolter les légumes-racines n'est en général justifié que pour des grandes superficies (à partir d'une fourchette allant de 0,25 à 1 ha). On peut aussi trouver des arracheuses de pommes de terre d'occasion qui peuvent servir pour de petites superficies, ou encore se procurer des modèles adaptés aux petites surfaces.



J. Jouanneau/Gab 44

▷ ***Arracheuse à tapis : préhension par les fanes (carottes, navets...)***

2 - *Plans détaillés dans le livre « Guide le d'auto-contruction. Outils pour le maraîchage biologique ». www.latelierpaysan.org*

204105- Folio : q356 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# 4-2 LAVAGE ET CONDITIONNEMENT[3]

**Souvent sous-estimé, le temps consacré à la préparation des légumes pour la commercialisation est très élevé quel que soit le système.**
Plus les volumes produits sont importants, plus il sera nécessaire d'investir dans du matériel plus conséquent et sophistiqué. On distingue deux zones séparées pour la préparation : une zone sèche et une zone de lavage.

Le transfert du champ au bâtiment, et les différentes opérations de préparation des légumes doivent être bien pensés, les objectifs étant de :
- ▹ minimiser les manipulations des récoltes,
- ▹ minimiser les distances entre les différents postes (lavage, préparation, entreposage),
- ▹ pouvoir tout nettoyer facilement, tant le poste de lavage que celui de l'entreposage,
- ▹ avoir des installations conçues de façon ergonomique.

Dans le cas des fermes en Amap, le poste de montage des paniers ajoute au besoin d'espace. Un exemple d'aménagement de bâtiment est présenté au ▹ **chapitre 5-4** ◃.
Il faut aussi penser aux petits objets nécessaires à l'empaquetage (sacs de grandeurs variées, élastiques, attaches, boîtes, étiquettes, etc.). Ils doivent être faciles à atteindre et toujours disponibles au poste de lavage et de manutention.

*3 - Reproduction avec l'aimable autorisation d'Equiterre : A. Weill & J. Duval. 2009. Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée. Ed. Equiterre. Québec. Tous droits réservés.*
*ISBN 978-2-922563-21-4.*
*Dépôt légal, Bibliothèque et Archives Nationales du Québec, 2011.*
*Dépôt légal, Bibliothèque et Archive du Canada, 2011.*

204105- Folio : q357 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



# LAVAGE

Le lavage est essentiel pour plusieurs légumes. Cela permet :
- ▹ d'enlever la terre, et autres éléments indésirables (insectes...),
- ▹ de vérifier la qualité des légumes,
- ▹ de conditionner les légumes, de leur donner de la turgescence[4] dans certains cas.

## Légumes lavés ou non lavés ?

**Le choix de réaliser un local de lavage ou non dépend essentiellement du type de commercialisation.** Les contraintes de la vente en circuit long nécessitent le lavage de la plupart des légumes. En revanche en circuit court, la décision de laver ou non dépend surtout du type de terre : une terre argileuse colle aux légumes, mais pas la terre sableuse. Attention cependant avec les terres sableuses car le sable est agressif pour la peau des légumes-racines lavés à la machine à tambour. Le lieu de vente influe également. Le producteur d'une Amap qui fait sa distribution dans un local qui doit rester très propre est amené à laver un maximum de légumes (parfois même les pommes de terre !) contrairement à celui qui livre sous un hangar.

**ATTENTION**

**Certains légumes, par exemple les courges, ne doivent jamais être lavés, tout au plus essuyés avec un chiffon humide si des résidus de terre trop importants y adhérent. Lavés, leur conservation serait rapidement compromise.**

## Aménagement du poste de lavage

L'aménagement d'un poste de lavage des légumes demande de bien penser à toutes les étapes du processus et aux besoins de l'opération et des employés. Les bassins de lavage peuvent être de grandes baignoires, ou encore des bassins en acier inoxydable. Le lavage dans un bac permet de faire des économies d'eau, le rinçage se faisant sur une table grillagée. L'éclairage du poste de lavage et de triage est important : il ne faut pas avoir à forcer la vue pour repérer des légumes à déclasser. Enfin, il faut aussi prévoir un moyen de ramener la terre au champ et de composter les déchets de tri (ex. : placer un palox en sortie de salle de lavage).

Si le choix se porte sur une zone de lavage à l'intérieur du hangar, celle-ci doit être éloignée du stockage des légumes qui demandent un air sec (Alliacées, courges). Lors de la construction d'un bâtiment neuf, il est très pratique de prévoir une dalle béton avec pans inclinés vers un siphon à l'emplacement de la zone de lavage.



J. Jouanneau/Gab 44

▹ *Un bac de lavage extérieur (exposé au sud)*

## Eau de lavage

Pour l'eau de lavage, le règlement sur l'AB ne donne qu'une seule règle : il faut utiliser de l'eau potable et donc pouvoir produire des analyses de potabilité si ce n'est pas l'eau du réseau qui est utilisée. Le lavage avec de l'eau de pluie stockée dans de mauvaises conditions ou non filtrée n'est donc pas approprié. De plus, l'eau doit être changée régulièrement lorsque les légumes trempent.

*4 - Pour des légumes légèrement flétris, le lavage/trempage permet de les rendre plus « gonflés », plus « fermes » grâce à la pénétration d'eau dans les cellules de la plante : cela augmente la turgescence des cellules, donc du légume*

204105- Folio : q358 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Lavage des légumes-feuilles

La plupart des salades et légumes-feuilles ont besoin d'être lavés pour leur redonner de la turgescence, du «croquant» et pour les nettoyer. On procède en trempant brièvement la salade et en brassant légèrement. On peut aussi tremper toute la caisse, en trempant juste le fond, puis en passant un petit coup de jet par-dessus. Le problème du lavage des légumes-feuilles est qu'il faut ensuite les sécher, ce qui est une étape supplémentaire. Pour cela, on peut se procurer un modèle d'essoreuse à salade commercial, ce qui demande quand même du muscle. Certains producteurs adaptent des machines à laver ou développent une autre façon de mécaniser cette opération.
Certains légumes-feuilles doivent être manipulés délicatement (ex. épinards). Il est préférable de ne pas les laver, surtout s'ils sont cultivés en serre.

## Lavage des carottes et autres légumes-racines

À moins d'avoir une terre très légère et de récolter quand le sol est très sec, il y aura toujours de la terre sur les légumes-racines. La décision de les laver ou non dépend :
▹ des attentes du client, que ce soit un grossiste ou un particulier,
▹ de la durée du stockage avant la vente (plus de terre → meilleure conservation).

Il y a plusieurs façons de nettoyer les légumes-racines :
▹ table grillagée (grillage solide) et tuyau d'arrosage,
▹ laveuse à tambour ou baril de lavage (▹ **voir photos** ◃) : les barils neufs sont plutôt coûteux, mais on peut en fabriquer soi-même à moindre coût. Attention, en terre sableuse, la peau des légumes-racines risque d'être endommagée par les laveuses à tambour.

Enfin, des chaînes de lavage et de préparation spécifiques existent pour le poireau, les légumes-bottes, etc.



*J. Argouarc'h*



*J. Argouarc'h*

▹ *Deux systèmes de lavage des légumes-racines*

### ATTENTION

**Les légumes-racines se conservent bien moins longtemps lorsqu'ils sont lavés. S'ils sont destinés à être stockés, ils ne doivent pas être lavés ; tout au plus débarrassés sommairement de la terre qui y adhère et séchés. L'opération de lavage interviendra uniquement au moment de la commercialisation.**

### ASTUCE

**POUR LE LAVAGE DES LÉGUMES-RACINES**

**Certains maraîchers utilisent un filet à pomme de terre, doublé ou triplé, et l'enfilent comme un gant pour frotter les légumes. Une technique un peu physique mais efficace car le filet a un effet abrasif. Cette méthode est utilisée lors du déstockage et de la préparation à la vente.**

204105- Folio : q359 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# CALIBRAGE, CONDITIONNEMENT ET VENTE

## Préparation et calibrage : la zone sèche

L'équipement de base consiste en une table grillagée en légère pente, munie de bords, à bonne hauteur, et d'un dispositif de fixation de sacs en jute ou de filets. Elle sert pour le tri des pommes de terre, des oignons, échalote, ail, etc. Il est intéressant de l'équiper de grilles pour le calibrage.

Il existe différents trieurs ou calibreuses selon les légumes, plutôt adaptés au système légumier :
- ▹ les calibreuses basées sur le diamètre : pomme de terre, oignon, échalote, tomate...,
- ▹ les calibreuses basées sur le poids : concombre, melon...

Les équeuteuses à oignon et échalote réduisent fortement le temps de travail. Elles s'avèrent rentables, même en maraîchage diversifié, dans le cadre d'un équipement collectif.



J. Argouarc'h

▹ *Une table de tri équipée d'une grille de calibrage. Une deuxième grille peut y être installée. Elle est munie d'un dispositif pour accrocher des sacs.*



M. Conseil P.A.I.S.-IBB

▹ *Un trieur à tambour équipé de différentes grilles pour le calibrage des échalotes*

## Matériel de pesée et étiquetage

La vente en direct aux particuliers contraint à utiliser une balance agréée qui doit être vérifiée tous les deux ans par un balancier agréé qui y appose une vignette visible par le consommateur. L'utilisation d'une balance enregistreuse permet de comptabiliser les quantités vendues par légume. Les machines délivrant des tickets servant de facture facilitent la vente et surtout la comptabilité.

En cas de vente en circuit long, il n'y a pas de contrainte particulière pour les balances. Les appareils électroniques sont d'un usage rapide et facile. Les bascules continuent d'être utilisées pour les filets de 5 à 25 kg. Leur durée de vie est nettement supérieure pour un coût d'entretien quasi nul. Les petites balances à cadran pouvant peser jusqu'à 10 ou 20 kg sont faciles à transporter. Leur précision est suffisante pour la pesée des cageots de légumes.

Dans tous les cas, il vaut mieux s'équiper de machines protégées contre l'humidité.

Sur certaines fermes, des peseuses-ensacheuses permettent d'automatiser le conditionnement en filet (échalote, oignon, pomme de terre, etc.).

La conception et la réalisation des étiquettes est désormais à la portée du maraîcher équipé d'un ordinateur et d'une imprimante. L'agrafage est de moins en moins utilisé, détrôné par les étiquettes adhésives.

## Vente

Outre la balance, la vente sur le marché nécessite un étal facile à démonter et à transporter. Il peut être très utile de prévoir une protection contre le soleil (parasol, bâches), qui flétrit très rapidement les légumes à l'étal pendant les mois d'été. La vente à la ferme demande un équipement plus important en étagères, tables, caisse enregistreuse, panneaux d'affichage, etc.
Sur un marché, penser qu'un étal joliment agencé et diversifié est plus attractif qu'une présentation négligée. La présence de petits bouquets de fleurs et/ou d'aromatiques est simple à réaliser, et permet d'attirer l'œil et de se démarquer des autres.



J. Argouarc'h

▹ *Une petite balance à cadran (20 kg) et une bascule basse (120 kg)*

204105- Folio : q360 - Type : qINT-20140505 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# 4-3 CONSERVATION ET STOCKAGE

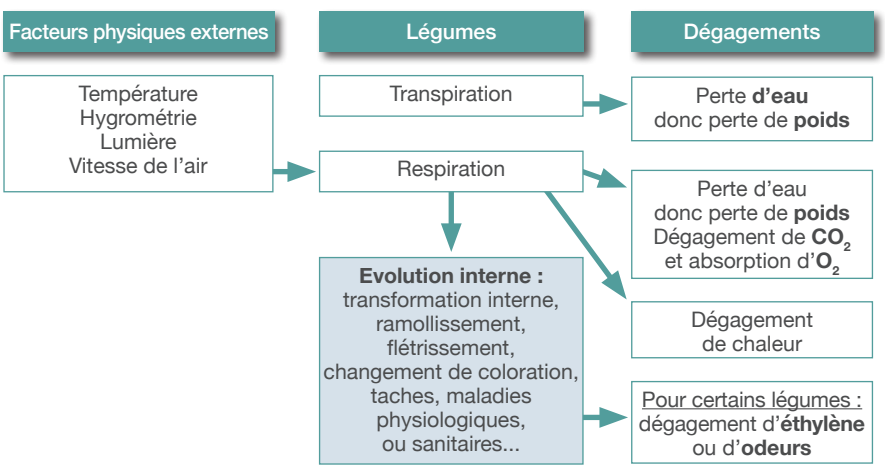

## En résumé

*Les légumes sont des produits vivants qui évoluent après la récolte. La bonne conservation des légumes biologiques dépend du choix variétal, des pratiques culturales (notamment à la récolte), de la qualité de préparation, et du stockage dans des conditions de température et d'humidité adaptées à chaque espèce. Il est essentiel d'être attentif à l'ensemble de ces paramètres, d'autant plus qu'il n'existe pas ou peu de produits autorisés en AB utilisables pendant la récolte ou la conservation.*


## POURQUOI LES LÉGUMES SE DÉGRADENT-ILS ?

Les légumes sont des produits vivants, des organes végétaux en constante évolution, même après la récolte. Certains processus sont bénéfiques pour la commercialisation (maturation du produit, évolution du taux de sucre...), d'autres sont défavorables, surtout la perte d'eau qui entraîne ramollissement ou flétrissement.

**Figure 1 – L'évolution après la récolte : pourquoi et comment ?**



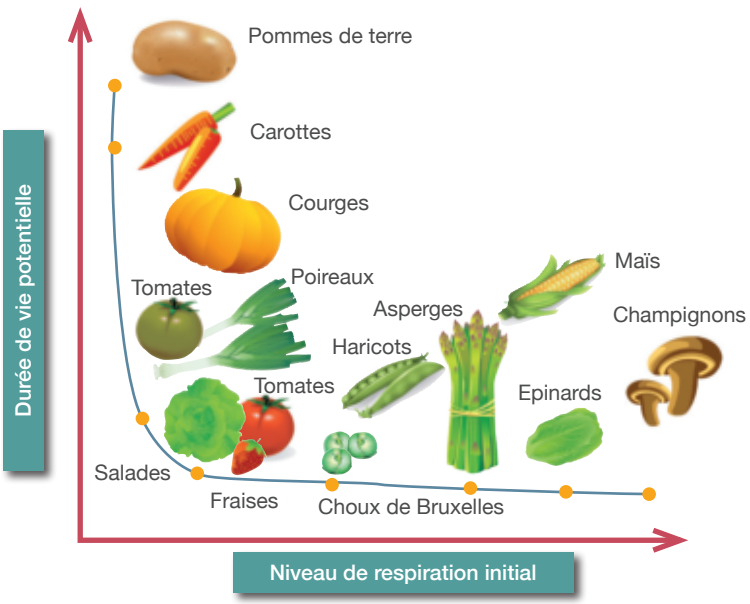

*Source : Grab Avignon / Refbio Paca Maraîchage*

Induisant perte d'eau, dégagement de $CO_2$ et de chaleur, la respiration du végétal est l'un des processus les plus dommageables pour la conservation : le niveau de respiration des végétaux donne d'ailleurs une indication de leur périssabilité.

204105- Folio : q361 - Type : qINT-204105 13:43:35
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



**Figure 2 – Durée de vie potentielle des légumes selon leur niveau de respiration**




*Source : Ctifl*

Au final, la durée de vie des légumes après leur récolte dépend de trois types de facteurs :

- ▹ les caractéristiques intrinsèques liées à l'espèce et la variété : niveau de respiration, teneur en eau, structure...,
- ▹ les conditions de culture et de récolte : par exemple les excès d'azote ou d'eau sont préjudiciables à la qualité, un produit immature ou trop évolué se conserve mal...,
- ▹ les conditions extrinsèques de conservation : température, humidité, contaminations parasitaires, chocs...

Le ▹ **tableau 1** ◃ donne les durées de conservation des principaux légumes en conditions optimales, ces conditions optimales sont détaillées plus loin (▹ **voir tableau 6** ◃).

204105- Folio : q362 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Tableau 1 - Durée de conservation des légumes en situation optimale de froid et d'humidité

| Légume | Durée de conservation en situation optimale | Légume | Durée de conservation en situation optimale |
|---|---|---|---|
| ▷ **Ail** | 6 - 7 mois | ▷ **Endive (chicon)** | 2 - 3 semaines |
| ▷ **Artichaut** | 2 - 3 semaines | ▷ **Endive (racine)** | 6 - 8 mois |
| ▷ **Asperge** | 10 - 20 jours | ▷ **Epinard** | 1 - 2 semaines |
| ▷ **Aubergine** | 1 - 2 semaines | ▷ **Fenouil** | 1 - 3 mois |
| ▷ **Basilic** | 1 semaine | ▷ **Haricot vert** | 8 - 10 jours |
| ▷ **Betterave** | 5 - 7 mois | ▷ **Herbes aromatiques** | 1 - 2 semaines |
| ▷ **Brocoli** | 8 - 15 jours | ▷ **Maïs doux** | 1 semaine |
| ▷ **Carotte** | 3 - 9 mois | ▷ **Melon** | 1 - 2 semaines |
| ▷ **Céleri** | 1 - 2 mois | ▷ **Navet** | 4 - 5 mois |
| ▷ **Céleri-rave** | 3 - 8 mois | ▷ **Oignon vert** | 1 - 3 semaines |
| ▷ **Champignon** | 2 - 7 jours | ▷ **Oignon sec** | 6 - 8 mois |
| ▷ **Chou de Milan** | 1 - 2 mois | ▷ **Persil frais** | 1 - 2 mois |
| ▷ **Choux** | 2 - 6 mois | ▷ **Poireau** | 1 - 3 mois |
| ▷ **Chou-fleur** | 3 - 4 semaines | ▷ **Poivron** | 1 - 3 semaines |
| ▷ **Chou de Bruxelles** | 3 - 5 semaines | ▷ **Pomme de terre** | 5 - 9 mois |
| ▷ **Concombre** | 8 -15 jours | ▷ **Radis** | 3 - 6 semaines |
| ▷ **Courges** | 4 - 6 mois | ▷ **Salades** | 1 - 3 semaines |
| ▷ **Courgette** | 1 - 2 semaines | ▷ **Tomate** | 1 - 2 semaines |
| ▷ **Cresson** | 3 - 5 jours | | |

*Source : Ctifl / Alter Agri n°90*

# Evolution des légumes après récolte : que se passe-t-il ?

## Evolution de la composition

Après la récolte, la composition du légume change car certaines substances évoluent :

▷ Le glucose est un combustible (substance de réserve) qui produit de l'énergie (chaleur) durant le processus de respiration :




Ce dégagement de chaleur rend le contrôle de la température plus délicat dans un simple local hors gel que dans une chambre froide.

204105- Folio : q363 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

- L'amidon peut se dégrader en glucose. C'est surtout le cas de la pomme de terre, d'autant plus si elle a pris le gel plusieurs fois : leur goût de plus en plus sucré avec le temps déplaît généralement aux consommateurs.
- La pectine se dégrade et entraîne le ramollissement des légumes.

De plus, certains légumes dégagent des éléments volatils :
- de l'éthylène (légumes-fruits, surtout melon, tomate et aubergine), qui stimule la maturation des légumes sensibles (**voir tableau 3**),
- des odeurs susceptibles d'être transmises (Choux et Alliacées).

## Pertes d'eau

Les légumes contiennent 80 à 95 % d'eau : après récolte, ils perdent de l'eau par transpiration et respiration. Cette perte d'eau est variable selon :
- la structure du végétal : la présence d'un épiderme épais diminue la transpiration ; les légumes-feuilles ont les pertes en eau les plus fortes (surface élevée) ;
- son état de développement : les légumes jeunes sont plus sensibles aux pertes de poids ; le stade de récolte est essentiel (privilégier la maturation au champ).

**Tableau 2 – Sensibilité des légumes au flétrissement**

| Très sensibles | Sensibles | Peu sensibles | Très peu sensibles |
|---|---|---|---|
| **Légumes à feuilles fines :** salade, épinard, bette/blette, persil … | **Poivron**<br>**Aubergine**<br>**Courgette**<br>**Concombre** | **Légumes à feuilles assez épaisses :** poireau, chou…<br>**Tomate**<br>**Melon** | **Légumes à épiderme épais :** courge...<br>**Pomme de terre**<br>**Légumes-racines** |

*Source : Grab Avignon / Refbio Paca Maraîchage*

204105- Folio : q364 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# LA CONSERVATION SE JOUE AUSSI AVANT LE STOCKAGE !

Les problèmes les plus faciles à résoudre sont ceux qu'on peut éviter en amont ! Ce principe général s'applique parfaitement à la conservation des légumes, surtout en bio. Le risque majeur en bio est le développement de maladies fongiques ou bactériennes durant le stockage. Pour cela, on peut mettre en œuvre des règles simples en cours de culture, de récolte et de stockage.

## Mesures de précaution en cours de culture

Il est souhaitable d'éviter :
- ▹ les excès de fumure azotée,
- ▹ les excès d'irrigation (et d'eau en général) avant la récolte,
- ▹ les parcelles présentant des bas-fonds humides (un excès d'eau favorise le développement des pathogènes, un excès de turgescence fragilise la plante...).

## Mesures de précaution lors de la récolte

En plus des conseils généraux déjà évoqués sur la récolte (▹ **voir chapitre 4.1** ◃), il faut :
- ▹ écarter absolument tous les légumes abîmés, présentant des blessures ou des taches : mieux vaut quelques pertes en amont qu'une récolte entièrement gâchée par des contaminations ultérieures ! Eventuellement pour certains légumes type oignon, courges..., on peut prévoir une période de cicatrisation à température modérément élevée, dans un lieu séparé du reste des récoltes ;
- ▹ éviter les chocs (par exemple à l'aide de tapis de récolte) et les blessures : même si c'est plus long, il ne faut pas jeter mais déposer les légumes à terre, dans les paniers...,
- ▹ éviter de récolter en période trop humide (surtout pour les légumes-racines), en période de gelée, mais aussi en conditions trop chaudes, surtout pour les légumes-feuilles (risque de déshydratation),
- ▹ éviter les « sur-maturités » et au besoin anticiper la récolte,
- ▹ les légumes d'apparence sains mais issus de plants malades ne devront pas être stockés mais mis à part et vendus rapidement.

*Témoignage **d'un maraîcher de Liège** (Belgique)*

*« Laisser les feuilles des légumes-racines (céleri-rave, betterave...) augmente nettement leur durée de conservation. D'une part, car les couper à ras augmente les meurtrissures et donc les points d'entrées pour les champignons. D'autre part, c'est comme si l'eau était puisée avant tout dans les feuilles qui flétrissent en premier, préservant ainsi la racine que l'on va vendre par la suite. Mais tout est affaire de compromis : si le légume est stocké longtemps, il ne faut pas non plus laisser trop de feuilles, car sinon on se rajoute une étape de travail supplémentaire avant la vente pour recouper les feuilles trop flétries qui rendent le légume peu présentable. »*

204105- Folio : q365 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# MESURES PRÉVENTIVES PENDANT LE STOCKAGE

Cela peut paraître évident, mais il est important d'utiliser un local ou un espace propre et désinfecté régulièrement avec des matières actives adaptées et autorisées en AB (▷ **voir avec l'organisme certificateur** ◁). Dans l'idéal, on devrait aussi désinfecter régulièrement palox et caisses plastiques, bien que ce soit un travail conséquent.

## Attention aux mélanges de légumes !

**Tous les légumes ne peuvent pas être stockés ensemble** sur une longue durée :

- ▷ il faut les regrouper par conditions d'ambiance proches (température, humidité...),
- ▷ il faut séparer ceux qui dégagent des odeurs susceptibles d'être transmises (chou, oignon, poireau…),
- ▷ il faut éviter de conserver ensemble des légumes sensibles à l'éthylène avec des légumes qui dégagent de l'éthylène car ce gaz accélère la maturation et peut altérer la qualité commerciale de certains légumes (▷ **voir tableau 3** ◁). Si on ne peut les séparer, une solution plus coûteuse et énergivore consiste à assurer une très bonne aération pour ne pas accélérer la maturité des autres produits.

**Tableau 3 - Légumes sensibles à l'éthylène et émetteurs d'éthylène**

| Légumes qui dégagent de l'éthylène | Légumes sensibles à l'éthylène |
|---|---|
| **Légumes-fruits, mais surtout :**<br>▷ Melon<br>▷ Tomate<br>▷ Aubergine | ▷ Salade<br>▷ Choux (jaunissement)<br>▷ Brocoli (floraison)<br>▷ Carotte (donne amertume)<br>▷ Pomme de terre<br>▷ Poireau<br>▷ Concombre<br>▷ Epinard<br>▷ Haricot vert |



J. Jouanneau/Gab 44

▷ *Des courges d'hiver en cours de séchage sous un tunnel avant d'être stockées, idéal en région humide si les tunnels sont libres*

## Pré-conditionnement des légumes
(séchage des bulbes, des courges et pommes de terre)

Toujours dans une optique de prévention des maladies de conservation, il faut veiller à pré-conditionner tous les légumes qui peuvent l'être avant entreposage. Ceci permet la cicatrisation des blessures et la formation d'une couche de cellules protectrices.

Pour la pomme de terre, le pré-conditionnement consiste en une période de 5 à 10 jours entre 15 et 20 °C et 90-95 % d'humidité relative.

Pour l'ail, l'oignon et les courges d'hiver, il s'agit d'un séchage avant entreposage car ils se conservent mieux à un taux d'humidité relative plus bas que les autres légumes, soit environ 70 %. Pour les faire sécher, de nombreux maraîchers les étalent dans les serres pendant quelques jours (le séchage sera plus rapide avec ventilation). Gare alors aux surchauffes, car pour les courges, la température ne doit pas dépasser 27° dans la serre. Si la température s'élève à plus de 35 °C, il ne faut pas dépasser une journée de pré-conditionnement. Pour le cas spécifique de l'ail, certains préfèrent le suspendre, méthode traditionnelle qui demande tout de même plus de manipulation.

204105- Folio : q366 - Type : qINT-20140505 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Pour les légumes-racines également, quelques précautions sont nécessaires avant stockage : enlever sommairement la terre, enlever les fanes qui en pourrissant peuvent faire pourrir les collets (notamment en cas de stockage en silo), et parfois séchage.



*Témoignage /* ***Christophe Chaussabel, Isère***

*« J'ai conçu un palox ventilé[5] pour sécher les bulbes et les pommes de terre lorsqu'elles sont récoltées dans une terre humide et que la cave n'est pas suffisamment ventilée.*

*Il s'agit d'un palox auquel je visse un couvercle que j'ai équipé d'un ventilateur de type mural pour bâtiment d'élevage. Une fois le couvercle positionné, le palox est filmé pour forcer le flux d'air à passer à travers tout le volume à sécher.*

*Quelques jours de fonctionnement donnent un résultat satisfaisant. Le temps de séchage dépend de la capacité du ventilateur, du taux d'humidité du produit et de l'air ambiant. Il serait même possible de concevoir une « tour de séchage » en empilant plusieurs palox. »*

**ASTUCE**

**Plutôt que de jeter des légumes présentant seulement quelques taches de pourritures ou autres symptômes, on peut éliminer ces parties et vendre en légumes pré-découpés pour la soupe. Cela demande un travail de préparation supplémentaire mais permet de « sauver » les légumes qui ne peuvent être vendus en l'état, notamment les années où la récolte n'a pu se faire dans des conditions favorables (excès d'humidité notamment).**

## Contrôler régulièrement l'état sanitaire du stock

Il est impératif de contrôler régulièrement l'état des légumes en cours de conservation et d'éliminer ceux qui sont abîmés (blessures, début de moisissures ou de pourriture). **Le maraîcher ne doit pas hésiter à jeter quelques légumes abîmés,** voire tout un lot, à un moment donné, car sur le long terme cela se révèle toujours payant de préserver le reste de son stock : la décision peut paraître difficile mais il faut l'assumer ! Il est aussi essentiel de contrôler la température et l'hygrométrie dans les locaux de stockage.
**Pour effectuer toutes ces vérifications, il faut donc veiller à prévoir un accès facile à TOUTES les caisses, palox etc.**

## Prévenir la germination

Les problèmes de germination en entreposage affectent plusieurs légumes de conservation : oignons, pommes de terre, carottes, etc. Ils sont reliés à la présence de lumière et à la température. Ces légumes doivent donc autant que possible être stockés dans l'obscurité.
Un produit à base d'huile essentielle de menthe est autorisé comme anti-germinatif sur pomme de terre (▷ **voir chapitre 2-2** ◁).

## Lutter contre les rongeurs

Les légumes stockés en plein champ, en silo ou en fosse sont logiquement plus accessibles, donc plus attaqués par les rongeurs que les légumes stockés en intérieur, *a fortiori* dans des contenants fermés ou protégés. En intérieur, les légumes en palox ou cartons empilés sont un peu moins accessibles aux rongeurs que les légumes simplement en tas ou en vrac par terre.

Il existe quelques solutions, plus ou moins efficaces et onéreuses :
- ▷ en intérieur/extérieur : diverses techniques de piégeage,
- ▷ en intérieur : grains de raticide dans le local de stockage (pas directement au sol pour préserver le reste de la faune, plutôt dans les tuyaux ou en hauteur lorsque c'est possible) et en évitant tout contact avec les légumes,
- ▷ les fougères auraient une action répulsive (par ex. pour recouvrir un silo de conservation).



*J. Jouanneau/Gab 44*

▷ *Potimarrons en cours de stockage attaqués par des pourritures : ils auraient dû être éliminés plus tôt pour limiter la contamination ou pour pouvoir être vendus en morceaux...*

5 - *Plans détaillés dans le livre « Guide de l'auto-contruction. Outils pour le maraîchage biologique ». www.latelierpaysan.org*

204105- Folio : q367 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# LE RÔLE CLÉ DU FROID POUR LA CONSERVATION

**À SAVOIR**

**Stocker un légume à une température basse appropriée à sa physiologie permet d'allonger sa durée de vie d'un facteur de 1 à 15 !**

L'abaissement de la température est l'élément primordial pour le maintien de la qualité de la majorité des légumes après récolte. **Le froid permet de réduire la respiration et la transpiration des légumes et il limite le développement des maladies physiologiques et parasitaires, ainsi que la plupart des évolutions internes.**

Attention, le froid peut aussi provoquer des désordres physiologiques :
- ▹ Pomme de terre :
  si température < 4 °C : développement du goût sucré (transformation de l'amidon en sucre)
- ▹ Tomate :
  si température < 10 °C : ramollissement
- ▹ Concombre, courgette, aubergine, poivron :
  si température < 7°C : taches et brunissement, ramollissement
- ▹ Haricot :
  si température < 4 °C : taches et rougissement.

**Tableau 4 - Sensibilité des légumes au gel après récolte**

| Très sensibles | | Sensibles | Peu sensibles |
|---|---|---|---|
| ▹ Asperge | ▹ Courgette | ▹ Carotte | ▹ Betterave |
| ▹ Courge | ▹ Concombre | ▹ Chou-fleur | ▹ Chou vert |
| ▹ Fraise | ▹ Haricot | ▹ Epinard | ▹ Chou de Bruxelles |
| ▹ Laitue | ▹ Tomate | ▹ Oignon | |
| ▹ Poivron | ▹ Aubergine | ▹ Radis | |
| ▹ Salade | | | |

## Pré-refroidissement

Le pré-refroidissement doit intervenir le plus rapidement possible, notamment pour les légumes à évolution rapide, il doit parfois même se faire au champ juste après la récolte (▹ **voir chapitre 4.1** ◃). La pré-réfrigération (ou pré-refroidissement) permet de limiter la déshydratation des légumes-feuilles. Il s'agit souvent d'un arrosage ou d'un trempage des emballages (bois ou plastique, mais impossible pour les colis en carton !) le plus rapidement possible après récolte, notamment en conditions chaudes.
**La pré-réfrigération est indispensable pour les légumes-feuilles (salades, épinards, choux …) et les légumes-bottes (carottes fane, radis...).**

## Le froid augmente les performances de conservation des légumes

Selon le produit, le lieu et la saison, il est possible d'utiliser un froid naturel ou artificiel, d'utiliser le site de culture ou un équipement spécialisé pour cela. Les différentes méthodes de conservation sont détaillées plus loin, mais le ▹ **tableau 5** ◃ présente déjà trois exemples qui démontrent que le froid peut multiplier par neuf la durée du stockage.

204105- Folio : q368 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Tableau 5 - Performances de différentes techniques de conservation

| Produit / Technique de conservation | Au champ (conditions liées au lieu) | En silo ventilé (5° et humidité 95%) | En chambre froide (0 à 1° et humidité > 97%) |
|---|---|---|---|
| ▹ **Carotte** | 1 à 6 mois | 3 à 4 mois | 4 à 9 mois |
| ▹ **Céleri-rave** | - | 3 à 4 mois | 4 à 8 mois |
| ▹ **Chou de Milan** | 1 à 3 mois | < à 15 jours | 1 à 2 mois |

*Source : P. Moras (Ctifl), Comment conserver les légumes ? Dossier Stockage/Conservation, Alter Agri 90, 2008*

Après la température, le deuxième facteur clé pour la conservation est le taux d'humidité. Par conséquent, on peut distinguer plusieurs groupes de légumes selon la plage optimale de température à laquelle il vaut mieux les conserver, croisée avec le niveau d'humidité recherché. Le ▹ **tableau 6** ◃ montre ces différents sous-groupes : c'est un idéal théorique que le maraîcher doit viser, en adéquation évidemment avec ses propres possibilités de stockage, ses locaux, ses moyens financiers et ses objectifs de conservation.

Tableau 6 - Plages de température et d'humidité recherchées pour la conservation des légumes

| Température | Humidité | Légumes |
|---|---|---|
| Très froide (0 à 5 °C) | Très élevée (95 à 98 %) | ▹ Carotte, céleri, céleri-rave, épinard, herbes aromatiques (sauf basilic), navet, panais, persil, poireau, rutabaga, salades |
| | Élevée (95 %) | ▹ Artichaut, asperge, brocoli, betterave, champignons, choux, cresson, fenouil, maïs doux, oignon botte, pois, radis |
| | Moyenne (70 %) | ▹ Oignon, ail |
| Froide (5 à 10 °C) | Élevée (90-95 %) | ▹ Basilic, courgette, haricot, melon, pomme de terre |
| Fraîche (10 à 15 °C) | Élevée (85-95 %) | ▹ Tomate, aubergine, poivron, concombre, pastèque |
| | Moyenne (70 %) | ▹ Courges d'hiver |

### *Cas particulier de l'endive*

*Le cas très particulier de l'endive qui combine deux phases (stockage des racines au froid et forçage) est traité dans une fiche spécifique disponible sur le site internet de l'Itab (12 pages). Si la production est importante, on peut construire une chambre de forçage chauffée. www.itab.asso.fr*

**ATTENTION**

**Les entrées et sorties fréquentes de la chambre froide engendrent des variations de température souvent négligées (et une dégradation plus rapide des légumes, notamment des tomates) surtout pour les légumes stockés près des entrées.**

**ATTENTION**

**A la sortie de la chambre froide, de la condensation apparaît souvent sur les produits. Pour l'éviter, un palier de température doit être respecté : la différence entre le produit et l'ambiance doit être inférieure à 7-8°C, et la marchandise doit être bien aérée.**

204105- Folio : q369 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# QUEL EST LE RÔLE DE L'HUMIDITÉ ? COMMENT LA GÉRER ?

L'air est un mélange de vapeur d'eau et de gaz (azote, oxygène, $CO_2$) : la teneur en vapeur d'eau (hygrométrie ambiante) a des conséquences importantes sur la conservation des légumes.

## Comment obtenir une hygrométrie élevée ?

Pour des légumes à forte sensibilité au flétrissement (▹ **voir tableau 3** ◃), l'hygrométrie optimale sera de 90% environ. Pour augmenter l'hygrométrie ambiante puis la conserver à un niveau élevé (ce qui n'est pas toujours facile pendant les grosses chaleurs de l'été), on pourra :

- ▹ apporter de l'eau dans l'enceinte de stockage (arrosage du sol ou des murs, mouillage des palettes et des colis etc.),
- ▹ placer les légumes encore mouillés après leur lavage dans des contenants fermés,
- ▹ envelopper les colis et autres contenants ouverts pour limiter l'évaporation (film rétractable, tissu humide …). C'est justement pour limiter le flétrissement que la plupart des légumes-feuilles sont conditionnés en caisses recouvertes de films plastiques spécifiques ;
- ▹ **aussi investir dans un appareil pour humidifier la chambre froide, option la plus coûteuse mais qui demande évidemment le moins d'attention.**

## Comment obtenir une hygrométrie basse ?

Pour certains légumes, il convient au contraire de limiter l'hygrométrie autour de 70% : ail, oignon et courges d'hiver essentiellement. Pour cela, l'aération régulière du local de stockage est primordiale, éventuellement avec un ventilateur extracteur d'air. Si cela ne suffit pas, on peut utiliser un déshumidificateur électronique « familial » (par ex. extraction de 12 L d'eau par jour) avec l'inconvénient de devoir surveiller et vider le réservoir d'eau sous l'appareil.



Ctifl

▹ *Stockage de salades dans une chambre avec humidificateur*



J. Jouanneau/Gab 44

▹ *Palox filmés avec du film plastique pour limiter les pertes d'eau*



J. Jouanneau/Gab 44

▹ *Un déshumidificateur électronique - modèle familial*

204105- Folio : q370 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE CONSERVATION

**En résumé**

*On l'aura compris, le facteur essentiel de conservation est avant tout le froid, les autres paramètres sont certes importants (variété, date de récolte, pré-conditionnement, taux d'humidité...), mais il est souvent difficile, surtout en maraîchage diversifié, d'optimiser tous ces paramètres.*

Le maraîcher diversifié peut difficilement assurer les conditions parfaites de conservation pour tous les légumes qu'il produit en même temps. Il doit faire des compromis, notamment en prenant en compte le rapport coût/résultat de chaque technique de conservation disponible : conservation au champ, en silo, en vrac, en chambre froide, sous atmosphère contrôlée.

## Conservation au champ

**La conservation au champ est possible en régions non gélives et peu gélives pour les poireaux, choux et légumes-racines (carottes, panais...) : le produit reste en terre et est récolté au fur et à mesure des besoins.** Il n'y a pas besoin d'effeuillage. En climat gélif, les légumes seront arrachés dès les premiers risques de gel, tandis qu'en climat peu gélif on peut prolonger la conservation au champ des légumes-racines en les protégeant du gel.

- ▹ Paillage plastique et voile thermique : les bâches et P17 pallient les risques de gel pendant quelques jours maximum. De plus, leur étanchéité peut parfois provoquer des excès d'humidité et donc des développements de pourriture.
- ▹ Paillage avec de la paille sur 15 cm : moins de problème d'humidité car l'eau s'infiltre et le sol se ressuie mieux.
- ▹ Buttage des rangs en les recouvrant de 15 cm de terre : cela permet de maintenir le légume « au sec », ou tout du moins dans une zone où l'eau ne stagnera pas. Mais comme l'air pénètre facilement dans la terre, les risques liés au froid ne sont pas éliminés.
- ▹ Labour pour retourner et coucher les racines et éviter la pourriture notamment au niveau du collet (carotte...). Avec cette méthode, les carottes par exemple sont protégées contre l'humidité, le gel et le froid jusqu'en avril dans les Landes.

La durée de conservation est directement dépendante des conditions climatiques. L'excès d'humidité du sol pourra entraîner des pourritures. Durant le stockage au champ, les rongeurs sont une vraie problématique : ils peuvent anéantir rapidement un rang de carottes ou de poireaux !

Malgré le travail supplémentaire, on constate que de plus en plus de maraîchers préfèrent rentrer des légumes-racines qui pourraient rester en pleine terre afin d'améliorer leurs conditions de travail hivernales. A condition de disposer de l'espace nécessaire, le stockage autrement qu'en plein champ (▹ **voir les autres méthodes de conservation ci-après** ◃) permet de trier, conditionner, prélever les légumes au fur et à mesure des ventes en étant au sec et à l'abri de la pluie... Or il est important de se préserver durant l'hiver avant de ré-attaquer la nouvelle saison !



*J. Jouanneau/Gab 44*

▹ *Jauge de poireaux sous abri en climat gélif (Lorraine) : en climat rude, la conservation en plein champ n'est pas possible et le déplacement des poireaux en jauge sous abri offre de meilleures conditions de travail pour l'hiver.*

204105- Folio : q371 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



# Conservation en silo ou en fosse
## (en extérieur ou abrité)

**La technique du silo, ou de la fosse, est idéale pour les légumes-racines. Elle peut être une alternative bon marché à la chambre froide en climat froid, surtout pour les maraîchers diversifiés.** On parle de silo quand les produits sont installés en tas au-dessus du sol, tandis qu'on parle de fosse si un trou est creusé dans le sol. Hormis cette différence, les deux techniques sont similaires : **il s'agit de stocker les légumes en tas, soit en vrac, soit pré-conditionnés** (dans des filets à pomme de terre ou dans des sacs) **en les « noyant » idéalement dans du sable** (à défaut, dans la terre) pour l'inertie et en recouvrant le tout d'isolant (paille, fougère, voile thermique...). Cette technique semble plus répandue dans le Nord de la France que dans le Sud où la conservation au champ suffit le plus souvent.



J. Jouanneau/Gab 44

▷ *Navets en vrac conservés dans le sable en silo en extérieur. Les navets sont en fin de conservation : on voit l'émission de nouvelles feuilles qu'il faudra couper avant la vente. On devine aussi le voile thermique et la paille.*

### Mise en œuvre

On choisira entre fosse ou silo selon la facilité d'écoulement de l'eau dans son terrain. Les deux techniques sont réalisables tant en extérieur qu'en intérieur.

- ▷ Pour une fosse : le problème étant la stagnation de l'eau, il faut soit un sol très drainant, soit la creuser sous abri.
- ▷ Pour un silo : veiller à installer une bâche sur le sol pour que les légumes ne soient pas en contact direct avec le sol et éviter les pourritures.

Il ne faut pas faire un tas trop haut et trop large pour que les légumes du milieu du tas ne soient pas asphyxiés et ne soient pas écrasés, idéalement un mètre de haut et de large, sur plusieurs mètres de long. On peut aussi faire des mini-silos, dans des palox qu'on remplit de sable : on fait ainsi différents lots, plus facilement surveillés et entamés au fur et à mesure des ventes.



J. Jouanneau/Gab 44

▷ *Stockage de betteraves, céleris et radis noirs au jardin de Cocagne de Limoges. Ils sont conservés dans le sable en silo sous abri jusqu'au printemps. Les conditions de travail y sont excellentes tout l'hiver : pelle et brouette suffisent pour se servir tout au long de l'hiver. Attention, cette installation est sur-dimensionnée pour un maraîcher seul : elle demande trop de manutention.*

### Avantages

- ▷ Selon les régions cette technique permet d'obtenir les conditions de température et d'humidité idéales pour des légumes-racines à moindre frais : betterave, céleri, radis noir, navet, rutabaga...
- ▷ Confort de travail en hiver pour récupérer les légumes déjà en filet dans le tas de sable, plutôt que de gratter une terre froide et humide.
- ▷ Pas de lavage des légumes avant la vente s'ils ont été stockés dans le sable et non dans la terre.
- ▷ Intéressant pour les maraîchers diversifiés qui ne peuvent pas régler leur chambre froide idéalement pour toute leur gamme de légumes et qui la réservent en priorité pour les légumes-feuilles par exemple.
- ▷ Une conservation jusqu'en avril si le silo est bien fait (ex. en Pays de la Loire).

### Inconvénients

- ▷ Aucune maîtrise de la température : la conservation dépend uniquement des conditions météorologiques.
- ▷ Aucune maîtrise du taux d'humidité : conditions parfois trop sèches si le sable est sec sous abri, ou parfois trop humides s'il pleut beaucoup en extérieur.

204105- Folio : q372 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

### Limites et points de vigilance

La conservation en silo est un compromis assez bon marché pour les maraîchers dont la priorité commerciale n'est pas de vendre des légumes-racines le plus longtemps possible. Si tel est le cas, la chambre froide reste l'idéal.
Les rongeurs peuvent parfois être assez problématiques avec cette technique de conservation : couvrir le silo avec des palettes, du grillage, voire de l'ail ou des fougères semble les contenir à un niveau acceptable.



J. Jouanneau/Gab 44

▹ *Le silo est constitué de palettes remplies de paille. Une alternative économique à la chambre froide pour les légumes-racines.*

## Conservation en vrac en intérieur, en cave ou en local bien isolé

La conservation en cave ou en local suffisamment isolé (bâtiment en bois isolé avec de la paille par exemple, si possible ventilé) est possible pour les produits suivants :
- ▹ légumes : pomme de terre, légumes-racines (carotte), choux, courges, oignon …,
- ▹ bulbes (ail, oignon, échalote) : séchage préalable au champ, ou dans une enceinte aérée, voire ventilée.

La qualité de la conservation sera déterminée par les conditions externes (température) et les caractéristiques du local : performance de l'isolation, présence de chauffage ou refroidissement, de ventilation. **Le renouvellement régulier de l'air ambiant (aération, ventilation) est indispensable pour évacuer la chaleur émise par la respiration des légumes et pour évacuer les substances volatiles (odeurs, éthylène).**

### Stockage au chaud et au sec pour les courges

A partir du mois de décembre, il est difficile de conserver les courges à l'air ambiant. Or la demande est soutenue jusqu'au printemps. Il est donc avantageux de leur consacrer une pièce spéciale isolée, chauffée et ventilée pour les conserver jusqu'en mars-avril. Certains producteurs ne chauffent pas le local, mais utilisent un déshumidificateur, avec succès, semble-t-il.



J. Jouanneau/Gab 44

▹ *Courges stockées dans de bonnes conditions*

### Un exemple de stockage en vrac : ce qu'il faut faire ou ne pas faire !

Ces deux photos de stockage de courges montrent les points de vigilance :
- ▹ photo du haut, stockage dans de bonnes conditions : la pièce est isolée, munie d'un déshumidificateur (au premier plan de la photo), les courges sont certes posées, mais sur des étagères et non à même le sol, ce qui permet d'une part un gain de place, mais aussi une surveillance en cours de stockage plus facile,
- ▹ photo du bas : stockage dans de mauvaises conditions : les courges ne sont pas matures, elles sont stockées en vrac, s'écrasent les unes les autres, ce qui rend le contrôle visuel des départs de pourriture très compliqué, le palox métallique blesse les fruits ce qui crée des points d'entrées pour les champignons.



J. Jouanneau/Gab 44

▹ *Courges en tas, palox métallique... : des conditions de stockage à éviter !*

204105- Folio : q373 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



J. Jouanneau/Gab 44

▷ *Les pommes de terre peuvent être stockées dans une cave, en filets ou en vrac dans des palox. On remarque la présence d'un chauffage pour éviter les températures négatives.*



J. Jouanneau/Gab 44

▷ *Une chambre froide insérée dans le bâtiment dédié au maraîchage*

# Conservation en chambre froide

**La conservation en chambre froide est essentielle pour les légumes sensibles au flétrissement, même pour quelques heures** (▷ **voir tableau 2** ◁). **La chambre froide est souvent incontournable pour le maintien de la qualité des légumes en été, même pour quelques jours** (y compris Solanacées et Cucurbitacées dans le sud de la France). Quant aux légumes d'hiver, leur stockage en chambre froide permet d'allonger leur période de conservation jusqu'en mai ou juin et donc de réduire la période creuse de vente, tout en limitant les pertes commerciales (légumes flétris ou pourris). Il permet aussi de limiter la croissance des germes de pommes de terre (stockées à température ambiante, elles doivent être dégermées deux fois dans l'hiver pour qu'elles restent présentables pour la vente).

Pour atteindre les durées de conservation maximales de légumes (▷ **voir tableau 1** ◁), il faut leur offrir les conditions de stockage optimales en chambre froide (▷ **voir tableau 6** ◁). Cela implique qu'idéalement le maraîcher doit disposer de plusieurs chambres froides, de taille adaptée, pour pouvoir stocker en même temps des légumes aux conditions de conservation optimales différentes. En pratique, il vaut mieux avoir au moins deux espaces réfrigérés, l'un entre 0 et 4°C, l'autre entre 5 et 10°C. Pour le troisième groupe de légumes (Solanacées et concombre) qui apprécie les températures entre 10 et 15°C, un espace bien frais peut suffire dans certaines régions, à condition de ne jamais dépasser les 15°, sinon, là encore il faut prévoir une chambre froide.

## Achat d'une chambre froide

Au moment de l'achat de la chambre froide, soyez vigilant aux caractéristiques de l'équipement (disponibilité en froid, humidité relative élevée, ventilation modulable ou non...).
Il peut être tentant, surtout au démarrage, d'acheter des chambres froides usagées. Souvent, les écoles, les restaurants et autres décident de renouveler leurs équipements.
Il est aussi possible de trouver des vieux camions réfrigérés ou même des semi-remorques réfrigérés usagés, qui font de bonnes chambres froides une fois un moteur indépendant ajouté. Attention cependant, car selon leur usage initial, ils sont plus ou moins adaptés pour réguler l'humidité, la ventilation... et peuvent s'avérer peu pratiques malgré leur tarif attractif.

## Conservation en chambre froide avec atmosphère contrôlée (AC)

En complément du froid, la modification de la composition de l'atmosphère naturelle peut augmenter la durée de conservation. L'installation est une chambre froide étanche pourvue d'un système de régulation de la teneur en oxygène et dioxyde de carbone. Dans le cas des légumes, cette technique ne concerne que quelques espèces telles que le chou, l'oignon, le poireau, le céleri…

204105- Folio : q374 - Type : qINT-20140505 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

### *Modules individuels d'atmosphère contrôlée*

*Les modules individuels d'AC sont des palox plastique dont le couvercle est percé de ronds équipés de membranes spéciales qui régulent les échanges gazeux. Alors qu'en chambre froide classique le taux d'$O_2$ est proche de 20% et le taux de $CO_2$ proche de zéro (comme dans l'air que nous respirons), dans les modules individuels sous AC, les taux d'$O_2$ et de $CO_2$ sont tous deux compris entre 1 et 5% grâce aux membranes, ce qui réduit fortement le métabolisme de la plante. Ce type de modules est donc utilisable en agriculture biologique car il n'y a aucun ajout de gaz et aucune intervention chimique.*

*Ce système maintient une qualité sanitaire et gustative optimale pendant une durée 2 à 4 fois plus longue qu'en chambre froide classique selon les légumes ! Il limite les pertes de poids, les décolorations, le travail supplémentaire d'effeuillage ou de recoupage de certains légumes peu présentables...*

*Encore peu répandue, cette technique devrait être amenée à se développer en bio pour allonger la durée de conservation, particulièrement en circuits longs et/ou dans les climats froids. Le prix est relativement élevé : 320€ HT le module de 600 L (soit par ex. 150 kg de poireau, 200 kg de choux, 50 kg de salade...). Mais le module peut être réutilisé à plusieurs reprises dans la même année et évidemment d'une année sur l'autre.*

***Plus d'infos : www.jannymt.com***

## Quels traitements après récolte en AB ?

Pour les légumes, les traitements post-récolte homologués en AB sont rares. Les matières actives utilisées doivent être listées dans l'annexe VIII du règlement CE 889/2008 (parties A et B) et les produits doivent posséder une AMM pour un usage post-récolte.
Citons par exemple l'huile essentielle de menthe (propriétés fongicides et anti-germinatives, autorisée comme anti-germinatif sur pomme de terre) utilisable sur bulbes et tubercules.

Des traitements de contrôle des maladies fongiques par des méthodes appropriées peuvent être employés s'ils ont fait leurs preuves au niveau expérimental sur les espèces visées, par exemple :
▹ la thermothérapie,
▹ la lumière pulsée (flash de lumière UV).

**À CONSULTER**

**Accès aux règlements en vigueur sur l'espace maraîchage en ligne sur www.itab.asso.fr.**
**Le guide des produits de protection des cultures utilisables en AB en France, réalisé par l'Itab et l'Inao ne propose pas les produits post-récolte.**

## Conservation par... les conserves de légumes !

La transformation des légumes juste après la récolte pour en faire des conserves est évidemment un autre moyen de stockage qu'il ne faut pas forcément négliger (haricots verts, sauce tomate, soupes, choucroute...). Il nécessite cependant d'acquérir des compétences et du matériel spécifique (cuiseur-pasteurisateur, stérilisateur autoclave, bocaux verre, machine de remplissage de bocaux, machine de mise sous vide...) qui dépassent le cadre de ce guide.

204105- Folio : q375 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# SOURCES


- P. Moras & M. Legrand. 2008. **Comment conserver les légumes ?** Ed. Itab - AlterAgri N°90.
- C. Mazollier. 2010. **La conservation des légumes après récolte.** Refbio Paca Maraîchage - Grab Avignon.
- A.Weill & J. Duval. 2009. **Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée.** Ed. Equiterre, Québec.


# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**

- **Marie-Laëtitia Melliand (Itab)**

**Relecture**

- Margot Jobbé-Duval, Monique Jonis, Aude Coulombel (Itab)
- Philippe Meyer (CFPPA de Metz)

204105- Folio : q376 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

# CHAPITRE V
# Gestion globale et organisation



204105- Folio : q377 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**INTRODUCTION** ..... **379**

▹ PRÉSENTATION DE PLUSIEURS CAS RÉELS ..... 382

**5-1 ROTATIONS ET ASSOLEMENTS : L'ORGANISATION DE LA PRODUCTION SUR LES PARCELLES ET SUR L'ANNÉE** ..... **387**

▹ ROTATIONS ..... 387

▹ ASSOLEMENT : ÉTAPES DE L'ÉLABORATION D'UN PLAN DE CULTURE ..... 397

▹ PLANNING DE CULTURE EN PLEIN CHAMP ET SOUS ABRI ..... 411

▹ PILOTAGE DE LA PRODUCTION DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS ..... 421

▹ RÉDACTION ET RELECTURE ..... 422

**5-2 CHOIX ET GESTION DU MATÉRIEL** ..... **423**

▹ QUEL NIVEAU D'ÉQUIPEMENT ? ..... 423

▹ VÉHICULE DE TRANSPORT ET MATÉRIEL DE TRACTION ..... 425

▹ MATÉRIEL DE CULTURE ET DE RÉCOLTE ..... 428

▹ TRACTION ANIMALE : UN RENOUVEAU PROMETTEUR ..... 435

▹ MATÉRIEL DE PRÉPARATION ET DE VENTE ..... 436

▹ MATÉRIEL D'ENTRETIEN ET DE RÉPARATION ..... 436

▹ MATÉRIEL DE BUREAU ..... 436

▹ RÉDACTION ET RELECTURE ..... 437

**5-3 CHOIX ET GESTION DES SERRES ET TUNNELS** ..... **438**

▹ QUELQUES DÉFINITIONS ..... 439

▹ OÙ IMPLANTER LES TUNNELS ? ..... 440

▹ ÉLÉMENTS DE CONDUITE DU MICRO-CLIMAT DES ABRIS ..... 441

▹ COÛT, CHOIX ET CONDUITE DES ABRIS ..... 443

▹ RÉDACTION ET RELECTURE ..... 449

204105- Folio : q378 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**5-4 CHOIX ET GESTION DES BÂTIMENTS** ..... **450**

- LIEU D'IMPLANTATION ET ORIENTATION ..... 451
- LES DIFFÉRENTES FONCTIONS DES BÂTIMENTS EN MARAÎCHAGE ..... 452
- AGENCEMENT DU BÂTIMENT ..... 454
- EXEMPLE DE BÂTIMENT BIEN CONÇU MAIS PERFECTIBLE ..... 455
- EXEMPLE DE BÂTIMENT MARAÎCHER CONÇU PAR DES ARCHITECTES ..... 456
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 458

**5-5 ORGANISATION DU TRAVAIL** ..... **459**

- QUELLE APPROCHE DU TRAVAIL ? ..... 459
- DES DIFFÉRENCES IMPORTANTES SELON LES SYSTÈMES ..... 460
- TEMPS DE TRAVAIL ET GESTION DE LA SAISONNALITÉ ..... 463
- ANALYSE DU TEMPS DE TRAVAIL SUR QUATRE EXPLOITATIONS RÉELLES ..... 465
- COMMENT MAÎTRISER AU MIEUX LE TEMPS DE TRAVAIL ? ..... 470
- COMMENT RÉDUIRE LA PENIBILITÉ DU TRAVAIL ET LES RISQUES PROFESSIONNELS ? ..... 472
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 473

204105 - Folio : q379 - Type : qINT-19-04-05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Yellow

# INTRODUCTION

**Le chapitre 5 de ce guide traite de l'organisation de la production dans l'espace et le temps (rotations et assolements), des choix stratégiques en termes de matériels, de bâtiments et enfin de l'organisation du travail.**

Il est toujours difficile de faire « rentrer les gens dans des cases », de créer des typologies d'exploitations, mais pour plus de clarté, ce guide emprunte une classification toujours d'actualité[1] qui distingue trois grands systèmes de production :

- **le « grand jardin »,** pour une activité à temps partiel, ou comme support à d'autres activités,
- **le maraîchage diversifié,** 20 à 40 espèces de légumes, en plein champ et sous abri, principalement en vente directe,
- **le système légumier** produisant un nombre limité de légumes (souvent moins d'une dizaine) destinés en majorité à la vente en gros.

Cette classification est nécessairement arbitraire : de nombreuses exploitations combinent vente de détail et vente en gros. Elle n'intègre pas non plus les systèmes mixtes avec d'autres productions animales ou végétales ; les systèmes particuliers, par exemple avec 100 % d'abris…

L'organisation de la production, le choix des moyens de production, la quantité de travail, les objectifs en matière de résultats sont très différents selon ces trois grands systèmes de production.

1 - *Issue du manuel "Maraîchage biologique" de J. Argouarc'h, V. Lecomte, JM. Morin, 2004*

204105- Folio : q380 - Type : qINT-20410505 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



# INTRODUCTION

**Tableau 1 - Principales caractéristiques des trois systèmes de production en maraîchage biologique**

| | Grand jardin | Maraîchage diversifié | Légumier |
|---|---|---|---|
| ▹ **Circuit de vente** | Court | Court | Long |
| ▹ **Régularité sur toute l'année** | Selon débouchés | Oui | Non |
| ▹ **Surface en légumes** | 0,1 à 1 ha | 1 à 5 ha | 5 ha et plus |
| ▹ **Abris** | Oui | Oui (5 à 50 % de la surface) | Selon les productions et la région |
| ▹ **Nombre d'espèces** | 20 à 40 | 20 à 40 (et parfois plus) | 1 à 10 (et parfois plus) |
| ▹ **Outils de base** | ▹ Outils manuels<br>▹ Motoculteur | ▹ Outils tractés<br>▹ Gamme importante<br>▹ Matériel d'occasion (usage limité) | Outils tractés : matériels spécialisés pour une part (culture, récolte, conditionnement) |
| ▹ **Locaux** | Limités, sauf si activité d'accueil, de transformation… | 100-200 m² et plus selon l'importance de la main d'œuvre | Importants : surface variable selon les productions |
| ▹ **Irrigation** | **Oui** si abris ; limitée | Oui | Selon production et climat |
| ▹ **Total des produits (légumes)/UTH[2]** | 5 000 à 20 000 € | 20 000 à 50 000 € | 50 000 à 70 000 € |
| ▹ **Main d'oeuvre (en UTH)** | 0,2 à 0,5 UTH nécessaires seulement | 1 à 3 UTH | 3 à …. UTH |

*2 - UTH : Unité de travail humain. Une UTH correspond au temps de travail d'une personne à plein temps.*

204105- Folio : q381 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta





J. Argouarc'h

▷ *Grand jardin entouré d'une double haie qui crée un micro-climat favorable aux cultures. Dans quelques années la production de fruits y sera abondante.*

Cette partie 5 est essentiellement axée sur les maraîchers en système diversifié avec abris pratiquant la vente directe. En effet, le système légumier avec vente en gros varie beaucoup d'une région à l'autre et il est difficile d'en tirer un modèle unique. De plus il est moins complexe à organiser en raison du nombre limité de légumes et il dispose en règle générale d'un appui technique local adapté, apporté par les entreprises privées ou les coopératives de commercialisation. Enfin, il n'y a généralement pas d'obligation de vendre toute l'année.
Quant au système grand jardin, il n'est pas fondamentalement différent du système diversifié et peut être étudié avec celui-ci.

**Le maraîchage diversifié avec vente directe est en fort développement : près de 80 % des producteurs de légumes bio sont en dominante vente directe[3].** De nombreux jeunes et aussi des personnes plus âgées en conversion professionnelle s'y installent alors même que c'est peut-être le système le plus complexe.
**Il exige une excellente maîtrise de l'organisation de la production, en raison de sa grande complexité, due au nombre important de légumes et à la nécessité de disposer d'une gamme suffisante à vendre tout au long de l'année.**

### *Zoom sur la vente en panier hebdomadaire*

*La vente directe s'est enrichie d'un nouveau mode de commercialisation il y a une vingtaine d'années avec l'apparition des Jardins de Cocagne et autres structures d'insertion. Le client ou adhérent s'engage à prendre hebdomadairement un panier de légumes sur une période de trois mois à un an. Différentes formules existent, la plus aboutie étant l'Association pour le maintien d'une agriculture paysanne (AMAP). Celle-ci passe un contrat avec le maraîcher et chaque adhérent s'engage à lui faire l'avance de la valeur de quelques mois de livraisons, à participer à la distribution et éventuellement à un ou deux chantiers collectifs (récolte, désherbage, montage de tunnel, etc).*
*Ce mode de commercialisation contribue fortement au développement de la vente directe de légumes.*

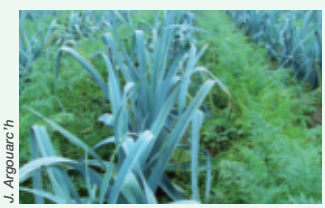
3 - *Rey, F; Sinoir, N.; Wohrer, J.; Touret, C. and Mazollier, C. (2013) State of organic seeds in France. (Semences biologiques en France : quelles pratiques, quelles attentes ?) Innovations Agronomiques, 32, pp. 413-425*

204105- Folio : q382 - Type : qINT-20140505 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# INTRODUCTION

## PRÉSENTATION DE PLUSIEURS CAS RÉELS

Tout au long des parties 5 et 6, des données réelles vont être présentées (rotation, temps de travail, aménagement de bâtiments, résultats économiques...). La plupart proviennent de fermes spécifiquement enquêtées pour ce guide et décrites ci-dessous. Elles seront nommées « exemple A, B, C etc. » dans tout le reste du guide pour que le lecteur se repère plus facilement et puisse revenir se référer à la description globale de l'exploitation.



J. Argouarc'h

Bretagne

**FERME** A

### Un grand jardin de 5000 m² à temps partiel avec vente en magasin

A

- **Une personne à temps partiel**
- **Première année de production en 2011** *(terres en herbe depuis 17 ans d'où dégâts importants de taupin sur pomme de terre, carotte, pépinière de poireau)*
- **Objectif économique :** dégager un complément de revenu équivalent à la moitié du SMIC dès la première année, pour un petit mi-temps travaillé (910 heures)
- **Surface de 0,5 ha de plein champ,** pas d'abris. Locaux : 30 m² dans un hangar à proximité
- **Légumes de conservation**
- **Commercialisation** à 95 % dans une supérette biologique locale, sans obligation de la fournir toute l'année

- **Travaux et équipement**
  - Pas d'irrigation *(terres profondes avec RU élevée) :* en prévision, installation d'une cuve de quelques m³ sur un talus et irrigation au goutte à goutte par gravité
  - Gros travaux du sol réalisés en avril et mai par des voisins agriculteurs *(décompactage et préparation superficielle en deux passages de herse rotative)*
  - Autres travaux *(faux semis et autres préparations du sol)* réalisés par une moto-bineuse pouvant être équipée d'un buttoir
  - Emprunt d'un petit tracteur à un autre voisin *(en échange de services)* pour les récoltes, soit 20 heures de travail environ
  - Utilisation du véhicule personnel pour les livraisons
  - Pas de bâche ni de film de protection, buttage manuel

204105- Folio : q383 - Type : qINT-20140505 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta





J. Argouarc'h

Pays de la Loire

**FERME** B

## Du maraîchage diversifié à 2 UTH avec vente en paniers, chez Hugues Taillandier

B

- **1 exploitant** (2 200 heures / an) **et 1,05 salariés**
- **Installation en 2006,** avec les aides « Jeune agriculteur »
- **Création de l'exploitation en totalité :** chemin d'accès, réseaux *(EDF, eau, téléphone),* irrigation, bâtiment *(puis construction d'une maison sur place en quatrième année d'installation)*
- **1,20 ha de plein champ et 2 000 m² de tunnel,** un petit verger *(0,3 ha)* en début de production pour une SAU totale de 7,2 ha.
- **Terre limono-argileuse mal exposée (nord)**
- **Grand nombre d'espèces de légumes :** 30 en plein champ et plus de 20 sous abri
- **135 paniers dont 80 en AMAP à Laval et 55 en direct** localement *(la plupart pris sur place individuellement)*. Vente sur 47 semaines avec une interruption de quatre semaines en avril et d'une semaine à Noël
- **Bon équipement** en matériel de culture et de manutention, en bâtiment *(avec chambre froide et salle chauffée pour les courges)* et aménagements fonciers *(irrigation)*
- **Investissement** de 151 000 € sur 5 ans, y compris le foncier

204105- Folio : q384 - Type : qINT-20140505 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# INTRODUCTION



A. Coulombel

Pays de Loire

**FERME C**

## Une maraîchère individuelle avec vente sur les marchés

C

- **Maraîchère installée depuis 10 ans** après une reconversion professionnelle à 40 ans
- **0,7 ha de plein champ** *(une seule culture par an)* **et 880 m² de tunnel dont 110 m² de tunnel de semis avec tables chauffantes, pour une surface totale supérieure à 2 ha.** En 2012, montage d'un tunnel supplémentaire de 370 m² afin de mieux répondre à la demande en hiver et au printemps
- **Terre limono-argileuse avec des zones hydromorphes**
- **Deux marchés par semaine** sur une commune rurale de 9 000 habitants, chiffre d'affaire par marché variant de 200 à 600 € *(le marché du samedi est plus fréquenté)*. Les meilleures ventes ont lieu en été *(tourisme et résidences secondaires)*
- **Equipement complet**
  - 2 tracteurs *(55 et 14 CV)*, cultirateau, enfouisseur de pierres, « Actisol », fourgonnette frigo, remorque isolée servant d'étal permettant une bonne protection sur les marchés en hiver, caisse frigorifique de 15 m³, etc.
  - Bâtiments fonctionnels avec aire de lavage, hangar à matériel
- **Financement**
  - Investissement total au démarrage : 28 000 € sur 2 ans *(dont le forage pour 4 400 € HT),* tunnels d'occasion, matériel de culture d'occasion. Pas d'aide à l'installation jeune agriculteur *(plus de 40 ans au moment de l'installation)*
  - Sur 10 ans, les investissements atteignent 62 000€
  - Autofinancement de l'ensemble des moyens de production depuis le début
- **Travail : 2 500 heures / an, compté pour 1 UTH :** l'agricultrice pour 2 300 heures et son mari pour 200 heures *(entretien des abords en hiver et appui à la production en été)*

204105- Folio : q385 - Type : qINT-20140505 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta





J. Argouarc'h

Aquitaine

## FERME D

### Une exploitation en circuit long avec 13 salariés

D

- **2 exploitant(e)s** *(2 200 heures / an chacun)* **et 13 salariés en moyenne sur l'année**
- **Installation dans les années 1990**
- **7 ha de plein champ et 18 000 m² de tunnel**
- Achat des plants à l'extérieur
- **Adhésion à un groupement de producteurs et vente à deux grossistes**
- **Système proche du maraîchage diversifié** aussi bien en raison du ratio surface de tunnel / plein champ *(25%)* que du nombre élevé de légumes produits *(20)*
- **Équipement important**



F. Rey

Basse-Normandie

## FERME E

### Une exploitation légumière de plein champ en circuit long

E

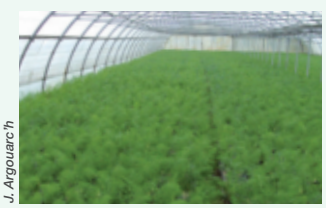
- **3 personnes y travaillent** ***(2,75 UTH)*** **: l'exploitant et deux salariés pour 1,75 UTH**
- **Installation en 2007**
- **14 ha de légumes de plein champ + 6 ha de céréales**
- **6 légumes différents :** carotte *(42% du chiffre d'affaires),* navet, betterave, poireau, pomme de terre et chou

204105- Folio : q386 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# INTRODUCTION

- **Commercialisation uniquement en période hivernale** et réalisée par un GIE qui comprend deux autres producteurs
- **Equipement**
  - **Mécanisation importante :** 3 tracteurs, semoir spécialisé, remorques, arracheuse ramasseuse, éplucheuse à poireau, laveuse, chariot élévateur, camion, etc.
  - Irrigation *(coût de l'installation 27 000 €)*
  - Hangar avec frigo, stockage en palox

*Pour en savoir plus sur cet exemple : consulter le site internet de la Chambre régionale d'agriculture de Normandie : « Agriculture biologique, vivre des légumes biologiques en Normandie, cas-type n° 3 »*



J. Argouarc'h

Bretagne

## FERME F

## Une exploitation légumière de plein champ et sous abri en circuit long

F

- **Installation individuelle puis association de fait en 2011 avec un fils**
- **10 ha de plein champ** *(dont 7,1 ha de légumes)* **et 4 000 m² de tunnels**
- **14 cultures différentes**
- **Un seul débouché :** un grossiste à proximité
- **Vente toute l'année,** ce qui limite les fluctuations de trésorerie
- Planning de vente mis au point en début d'année avec le groupement de producteurs et le grossiste
- Achat de plants uniquement en début de saison
- **Equipement limité**
  - Irrigation peu utilisée en plein champ *(climat humide)*
  - Un tunnel tient lieu de hangar

204105- Folio : q387 - Type : qINT-20140505 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# 5-1 ROTATIONS ET ASSOLEMENTS : L'ORGANISATION DE LA PRODUCTION SUR LES PARCELLES ET SUR L'ANNÉE



J. Argouarc'h

▷ *Potager de 200 m² (assurant la quasi-autonomie d'une famille de trois personnes) organisé en planches permanentes séparées par des bandes enherbées. Vingt planches sont divisées en cinq groupes de quatre planches afin d'assurer une rotation sur cinq ans.*

**Quel que soit le système (grand jardin, maraîchage diversifié ou légumier), l'organisation de la production doit être basée sur les prévisions de vente.** La complexité augmente avec le nombre de légumes à produire. Gérer quarante espèces différentes demande plusieurs années d'expérience et de grandes qualités d'organisation.

Au moment de l'installation, il est prudent de se limiter à 15 - 20 légumes au total (plein champ + sous abri) et de bien en maîtriser la production avant de rajouter d'autres espèces.
Le ▷ **tableau 1, présenté en tout début de chapitre** ◁ montre que ce nombre n'est pas lié à la taille de l'exploitation, mais plutôt au type de commercialisation : le système panier exige par exemple une plus grande diversité de légumes.

**Un partenariat plus ou moins poussé avec un ou plusieurs autres agriculteurs permet de réduire la gamme à produire. Les exemples ne manquent pas, depuis la répartition de production sous abri ou de plein champ jusqu'à une association de type Gaec en passant par un GIE de commercialisation.**

### *Une question d'échelle*

*En matière d'organisation de la production dans l'espace et le temps, il n'y a pas de différence fondamentale entre le maraîchage et l'organisation d'un jardin potager qui vise l'autonomie familiale. Seule la taille diffère, mais les règles agronomiques sont les mêmes.*

## ROTATIONS

La mise en place de rotations diversifiées est une pratique essentielle en maraîchage biologique. La rotation est l'outil de base dans lequel vont s'inscrire toutes les autres interventions. **Une gestion efficace et durable de la santé des cultures (protection, fertilisation, qualité de la production) ne peut se faire qu'avec une rotation diversifiée, réfléchie et planifiée à l'échelle de la ferme et sur plusieurs saisons de culture.**

### Principes de base de conception des rotations

Une rotation est la succession de cultures différentes sur une même parcelle. La règle de base est qu'une même culture ne doit revenir sur la même parcelle que tous les 3 à 10 ans. Ce temps de rotation dépend :

▷ de facteurs agronomiques : nature du sol de la parcelle, capacité de la culture à exploiter les ressources de la parcelle, durée du cycle de la culture, exposition aux bio-agresseurs,

204105- Folio : q388 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

- mais également de facteurs économiques : demande du marché, prix de vente, circuit de distribution,
- et de facteurs structurels : taille de la ferme, compétence de la main d'œuvre…

Il est au final le résultat d'un compromis vis-à-vis de ces différents paramètres.

## Règles de base et règles complémentaires

La règle de base est de revenir le moins souvent possible avec la même culture sur la même parcelle. Il faut également respecter quatre règles fondamentales :
- définir une unité de rotation / homogénéiser la taille des parcelles
- éviter les précédents défavorables (surtout pour l'aspect sanitaire)
- alterner les exigences des légumes (surtout pour l'aspect nutrition)
- alterner les familles botaniques.

Idéalement, il faut également tenir compte de règles complémentaires :
- liées aux cultures : salissantes ou nettoyantes ; pièges ou non-hôtes de nématodes ; modes d'enracinement (fruit, feuille ou racine) ; comportement vis-à-vis de la MO fraîche
- liées aux parcelles : type de sol, exposition, possibilité d'irrigation, éloignement…

## Objectifs d'une bonne rotation

**La rotation est le socle du principe de prévention de l'agriculture biologique.** Une rotation bien pensée doit permettre :
- d'éviter la prolifération des bio-agresseurs : ravageurs, maladies mais aussi adventices, en alternant les familles de légumes, les espèces couvrantes ou sarclées avec celles plus « salissantes », et les espèces à cycle long avec celles à cycle court,
- d'entretenir et d'améliorer la fertilité du sol, en alternant des cultures exigeantes en nutriments –elles sont placées en tête de rotation– telles que les Solanacées, les Brassicacées ou les Cucurbitacées, avec celles qui sont moins exigeantes comme les Apiacées, les Alliacées ou les Fabacées, mais également avec des engrais verts voire des prairies ou des céréales,
- de limiter les risques d'érosion et de lessivage en maintenant un couvert quasi-permanent,
- d'utiliser la complémentarité agronomique des cultures et notamment les différentes capacités d'exploration des racines en alternant les espèces à enracinement superficiel (radis, laitues, choux, Alliacées, épinard, céleri, betterave), avec celles à enracinement plus profond (Apiacées, Solanacées, Fabacées…)
- … mais aussi de répondre aux exigences du circuit de commercialisation choisi, et d'être économiquement rentable.

### *En résumé*

*Il faut établir des rotations agronomiquement cohérentes mais aussi économiquement viables, c'est-à-dire trouver un équilibre entre idéal agronomique et réalisme économique.*

*Il est important de :*
- *revenir le moins souvent possible avec la même culture sur une parcelle,*
- *diversifier les familles botaniques,*
- *tenir compte des exigences en fertilisation,*
- *tenir compte du type d'enracinement,*
- *viser un couvert quasi-permanent.*

204105- Folio : q389 - Type : qINT-204105 20-04-05 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Rotations et protection des cultures

L'intérêt des rotations pour la protection des cultures est de dissocier le développement des populations de pathogènes ou de ravageurs et la croissance de la plante hôte, en introduisant des cultures insensibles à ceux-ci ou qui inhibent leur développement. Dans le cas de rotations très peu diversifiées où la même culture est implantée sur la même parcelle d'une saison sur l'autre (par exemple tomates au printemps et salades en hiver), le ravageur ou le champignon reste présent dans le sol ou l'environnement (spores, œufs) pendant la culture non hôte, à l'état latent. Ce temps est alors insuffisant pour empêcher que les bio-agresseurs ne se développent à nouveau avec toujours plus de virulence lors du retour de la culture hôte. Au contraire, si on pratique une rotation plus complexe avec des espèces végétales qui ne sont pas sensibles aux mêmes bio-agresseurs, ceux-ci doivent attendre une période beaucoup plus longue (supérieure à un an) pour trouver à nouveau un terrain favorable à leur développement. En l'absence d'hôte, les populations régressent ou disparaissent, à un rythme qui dépend de leurs formes de conservation.

Des rotations longues et diversifiées, avec l'alternance des familles végétales, permet donc d'éviter la prolifération des parasites (insectes, nématodes, limaces…) et des pathogènes notamment les champignons telluriques *(Pythium, Sclerotinia…)*. Ceci est particulièrement vrai sous abris où les conditions climatiques sont souvent favorables au développement des bio-agresseurs. D'une façon générale, **dans l'idéal, un intervalle de minimum quatre à cinq saisons de cultures (soit quatre à cinq cultures différentes avant le retour d'une même espèce) doit être respecté pour tous les légumes, y compris pour deux cultures appartenant à une même famille botanique** (ex : pois et haricot vert ; endive et chicorée, aubergine et tomate...). L'introduction d'engrais verts, voire de céréales (en système de plein champ), permet de casser efficacement les cycles de bio-agresseurs et peut permettre de réduire l'intervalle entre deux cultures identiques.

Cependant, il faut être particulièrement vigilant avec les bio-agresseurs polyvalents (capables de s'attaquer à plusieurs familles de plantes), comme les nématodes, les taupins ou les champignons telluriques* (▷ **voir chapitre 2-3** ◁). L'introduction chronique et fréquente dans la rotation d'espèces non-hôtes (céréales en engrais vert, sorgho, Alliacées) ainsi que le recours à des méthodes perturbantes comme la désinfection vapeur ou la solarisation (▷ **voir chapitre 2-2** ◁) sont indispensables pour éviter leur prolifération.

La diversification de la rotation est d'autant plus importante que la ferme se trouve située dans une importante zone de productions maraîchères, qui constitue –malgré l'usage intensif de pesticides des voisins non bio– un réservoir incontrôlable de bio-agresseurs et une source permanente de contamination. Dans ce cas, l'aménagement de l'environnement des parcelles et la mise en place de barrières de protection physique (haies, bandes fleuries, filets insect-proof…) (▷ **voir chapitre 2-1** ◁) sont primordiaux pour maîtriser les bio-agresseurs.

* *Champignons telluriques : champignons vivant dans le sol susceptibles de contaminer les cultures soit par les racines, soit par des organes aériens en contact avec le sol*

204105- Folio : q390 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

### *Organisation temporelle et organisation spatiale*

*Si les rotations, qui correspondent à une organisation dans le temps de la diversité cultivée, sont essentielles pour maîtriser les bio-agresseurs, il ne faut pas pour autant négliger l'organisation spatiale (assolement) de cette même biodiversité cultivée.*
*Il s'agit là, plutôt que de consacrer chaque parcelle à une culture, de faire cohabiter plusieurs cultures sur une même parcelle, cette notion d'association culturale pouvant être poussée plus ou moins loin selon les contraintes techniques (degré de mécanisation, date de récolte, besoins en fertilisation…) et le savoir-faire du maraîcher. L'objectif est d'associer des cultures de familles différentes, et si possible agronomiquement complémentaires, afin de perturber les cycles des bio-agresseurs et de réduire ainsi leur pression sur les cultures.*
*Si cette organisation demande un travail de planification supplémentaire et est difficilement conciliable avec les exigences de la vente en circuit long, elle est particulièrement intéressante dans les systèmes très diversifiés en vente directe.*
*Dans les exploitations maraîchères produisant beaucoup d'espèces, la gestion en planches (fixes ou permanentes) facilite la mise en place d'un planning : ainsi, la planche numérotée devient l'unité de culture dans le temps.*

## Rotations et maîtrise de l'enherbement

Sur le même principe que pour la maîtrise des bio-agresseurs, les rotations jouent un rôle primordial dans la lutte contre l'enherbement, en faisant se succéder des cultures de natures différentes. Ici c'est la capacité de la culture à occuper voire à exploiter le milieu plutôt que la famille botanique qui est importante. Plusieurs critères sont donc à prendre en compte lors de l'établissement de la rotation :

- L'alternance des cultures d'hiver avec les cultures de printemps permet de limiter la prolifération de certaines adventices, les flores adventices n'étant pas les mêmes selon la saison.
- Certaines cultures sont réputées nettoyantes du fait des techniques culturales mises en œuvre (plantes sarclées) ou de leurs propriétés allélopathiques[4] (sarrasin, seigle), elles seront alternées avec des cultures plus salissantes (endive, carotte), ce qui permettra de freiner le développement des adventices.
- Certaines espèces ont une implantation rapide et/ou couvrent bien le sol du fait du développement important de leur appareil végétatif (courge, chou-fleur), elles sont d'excellentes concurrentes vis-à-vis des adventices, elles doivent être alternées avec les espèces moins compétitives (implantation lente, faible développement végétatif) comme les carottes ou les oignons.
- L'intérêt de certaines cultures sarclées ou couvrantes doit cependant être relativisé au regard de la longueur de leur cycle et de la sénescence du feuillage avant récolte. En effet elles sont souvent colonisées en fin de culture par de nouvelles adventices ou permettent certaines montées à graines. C'est parfois le cas des pommes de terre ou des courges par exemple.
- L'introduction d'une céréale, d'une prairie temporaire ou d'engrais verts tels le sarrasin, le sorgho ou la phacélie, peut participer à limiter le développement des espèces d'adventices qui apprécient les conditions particulières des terres maraîchères (richesse en matière organique, terre fréquemment remuée, irrigation… ) telles que le pourpier, le liseron, les chardons, les amarantes...

*4 - Allélopathie : interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives, d'une plante sur une autre (micro-organismes inclus)*

204105- Folio : q391 - Type : qINT-204105 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Rotation et fertilité des sols

Même si le premier critère de choix d'une rotation reste l'alternance des grandes familles botaniques afin de réduire au maximum la pression des ravageurs et des maladies, il est très important de construire aussi le plan de rotation dans le but de maintenir la fertilité des sols. Ce choix doit prendre en compte plusieurs critères :

- ▹ les besoins plus ou moins importants de chaque espèce cultivée, et leurs exportations en éléments minéraux, avec notamment la notion de "tête de rotation" qui suit les apports massifs de matière organique (MO),
- ▹ la nécessité de recréer de temps en temps une structure bien aérée, en prenant le temps et l'espace nécessaire à la culture d'engrais verts sur de courtes périodes, voire de prairies sur de plus longues périodes,
- ▹ la nécessité également de veiller à maintenir un bilan humique positif.

### Rotation et bilan humique : intégrer des céréales et/ou des prairies dans la rotation

Le choix des légumes se succédant dans la rotation doit permettre sur le long terme de maintenir voire d'augmenter le taux de MO du sol, c'est-à-dire faire en sorte que le bilan humique reste positif au terme d'une rotation. Le taux de MO stable du sol peut-être maintenu grâce à l'apport d'amendements organiques. Mais la deuxième manière d'entretenir ce taux de MO est de favoriser la culture de végétaux laissant après la récolte des quantités importantes de matière organique pouvant venir enrichir le pool de ces MO stables. Ce n'est pas toujours facile en cultures légumières dont les résidus sont plutôt riches en tissus jeunes et pauvres en fibres précurseurs des substances humiques.

La plupart des engrais verts utilisés en maraîchage présentent certes des avantages agronomiques indéniables (augmentation rapide de la stabilité structurale, remise en circulation d'éléments fertilisants, limitation du lessivage, apport d'azote, etc.), mais ils n'ont par contre que peu d'effet sur l'entretien du stock de MO stable. Il y a cependant des exceptions comme la culture du sorgho sous abri, qui permet en peu de temps de mobiliser beaucoup de carbone qui une fois enfoui pourra participer à l'entretien du stock de MO stable du sol.

L'idéal pour limiter au maximum une baisse à long terme du stock de MO stable du sol, sans dépenser des fortunes dans des apports massifs d'amendements organiques, est de pouvoir inclure dans la rotation une culture de céréales de temps en temps, ou mieux une prairie (▹ **voir encadré page suivante** ◃). Une surface agricole suffisamment grande peut permettre la mise en place de ce type de rotation, dont l'effet positif se traduira également sur une pression beaucoup plus faible des ravageurs et maladies de la plupart des légumes.

204105- Folio : q392 - Type : qINT-20041005 13:43:36
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

### *Introduire des prairies dans la rotation*

*Pour éviter une détérioration de la fertilité du sol (perte de structure, développement de la compaction, baisse de la qualité du drainage et de la rétention en eau, etc.) et si la surface de l'exploitation le permet, une solution peut être l'introduction de prairies à base de Fabacées et de Graminées dans la rotation maraîchère. Les Fabacées fixent l'azote et sont efficaces pour absorber certains éléments minéraux, tels le phosphore et le potassium, et leurs racines vigoureuses et souvent pivotantes[5] freinent le développement de semelles en profondeur. Les Graminées ont des racines fasciculées[6] qui occupent complètement le sol cultivé et qui laissent une matière organique très bien répartie dans le sol arable, ce qui favorise la division du sol en petits agrégats. Les prairies contribuent donc au maintien du taux de matières organiques et à la stabilité structurale.*

*L'introduction de prairies dans la rotation légumière, ou à défaut de cultures de céréales, est particulièrement recommandée dans le cas de sols sensibles à la battance et à la compaction, donc dans les sols limoneux ; c'est un moyen efficace de reconstruire une structure dégradée.*

*Dans le cas d'introduction d'une prairie pluriannuelle dans la rotation, on sera cependant vigilant aux risques d'attaques de taupins sur la culture suivant le retournement de la prairie ; on évitera notamment les pommes de terre, très appréciées des taupins.*

## Jouer sur l'exigence des légumes en fumure

Les plantes exigeantes en fumure seront placées de préférence en tête de rotation. Elles appartiennent principalement aux Solanacées, Brassicacées et Cucurbitacées, et sont pour la plupart des légumes-fruits (▷ **voir tableau 2** ◁). On pourrait être tenté d'utiliser ce tableau pour construire des rotations en respectant des successions "plantes exigeantes"-"plantes moyennement exigeantes"-"plantes peu exigeantes". C'est une bonne approche en termes de fertilité des sols puisque les plantes peu ou moyennement exigeantes peuvent se contenter des reliquats de fumure des plantes exigeantes, mais il ne faut pas oublier que le premier facteur à prendre en compte dans le choix des rotations est le respect des délais de retour au même endroit d'une espèce de même famille botanique. Ainsi pour les Alliacées par exemple, dont le délai de retour doit être au minimum de 5 ans, l'ail ou l'oignon, espèces peu exigeantes, ne peuvent suivre un poireau, espèce exigeante.

La nécessité déjà signalée plus haut du non-retour d'une même famille botanique tous les quatre ou cinq ans pour des raisons sanitaires est, du point de vue de la fertilité du sol, le meilleur moyen d'éviter certaines dérives comme une baisse des teneurs en potassium ou en phosphore, les exportations en ces éléments étant très différentes d'un légume à l'autre. De même, l'introduction des Fabacées (légumes ou engrais verts) dans la rotation est une source d'azote gratuite ou à faible coût (celui de l'engrais vert), et complémentaire des apports d'azote liés aux engrais ou aux amendements organiques. Espacer les cultures de Brassicacées ou de Chénopodiacées est également un moyen de préserver la flore mycorhizogène* du sol, la symbiose* plante-champignon n'étant pas possible avec ces deux familles botaniques.

Afin de contrôler si les rotations mises en place n'épuisent pas le sol, il pourra être utile d'effectuer des analyses de terre tous les quatre à cinq ans environ.

*5 - Racines pivotantes : la racine principale est prédominante, les racines adventives quasiment pas développées. Ex : la carotte*

*6 - Racines fasciculées : les racines adventives sont disposées en faisceau à la base de la tige*

** Voir glossaire*

204105- Folio : q393 - Type : qINT-20141105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Tableau 2 - Classification des légumes en fonction de leurs besoins en fumure

| Plantes exigeantes | Plantes moyennement exigeantes | Plantes peu exigeantes |
|---|---|---|
| ▹ Artichaut<br>▹ Aubergine<br>▹ Céleri<br>▹ Chou<br>▹ Concombre<br>▹ Cornichon<br>▹ Epinard<br>▹ Courge et potiron<br>▹ Pomme de terre<br>▹ Fenouil<br>▹ Fraisier<br>▹ Maïs<br>▹ Melon<br>▹ Poireau<br>▹ Poivron<br>▹ Tomate | ▹ Asperge<br>▹ Betterave<br>▹ Bette/Blette<br>▹ Carotte<br>▹ Chicorée<br>▹ Laitue<br>▹ Pissenlit<br>▹ Panais<br>▹ Salsifi<br>▹ Scorsonère | ▹ Ail<br>▹ Chou de Bruxelles<br>▹ Fève<br>▹ Echalote<br>▹ Mâche<br>▹ Navet<br>▹ Oignon<br>▹ Haricot<br>▹ Radis<br>▹ Pois |

## Rotations multiples sur la même ferme

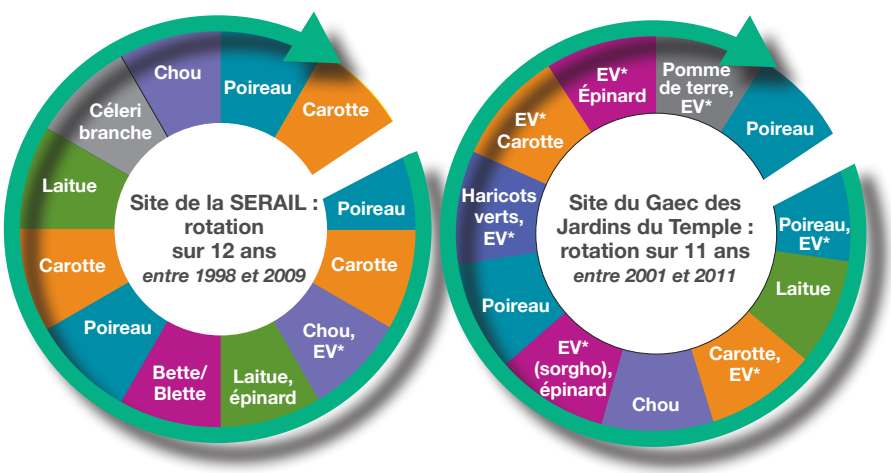
Enfin, pour tenir compte de l'hétérogénéité parcellaire, il peut être utile de mettre en place plusieurs rotations différentes sur une même ferme, afin de valoriser au mieux des potentiels de sols différents. En effet l'origine très variée des espèces légumières actuellement cultivées fait qu'elles préfèrent certaines conditions pédoclimatiques plutôt que d'autres. Certaines espèces ne conviennent pas à certains sols qui sont soit trop lourds, soit trop légers. De même des cultures de primeur apprécieront davantage une parcelle bien exposée au sud, et des cultures d'été des parcelles présentant une bonne rétention en eau.

# Exemples de rotations

Etant donné la variabilité des conditions pédoclimatiques, la très grande variété d'espèces cultivées et des modes d'organisation pour la commercialisation, **les rotations en maraîchage sont extrêmement variées et il est difficile d'en proposer des types bien définis.**

Voici ci-dessous deux exemples de rotations en plein champ dans la région Rhône-Alpes (▹ **voir figure 1** ◃), pris parmi les essais longue durée menés en maraîchage biologique ces dernières années : celui de la SERAIL[7] sur la comparaison de cinq amendements organiques pendant 15 ans, et celui du Gaec des Jardins du Temple (Isère).

Figure 1 - Deux exemples de rotation en Rhône-Alpes




* *EV : engrais vert (seigle vesce)*

7 - *SERAIL : station d'expérimentation régionale basée dans le Rhône qui travaille sur la trentaine d'espèces légumières représentatives de la région Rhône Alpes*

204105- Folio : q394 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Sur ces deux exemples, c'est bien le critère sanitaire qui est avant tout respecté dans la succession des légumes, avec un délai de retour de cinq ans ou plus sur la même parcelle pour tous les légumes, notamment le chou, le poireau, la carotte. Dans ces deux exemples la rotation respecte aussi le report de fertilité avec des légumes peu ou pas exigeants qui suivent des légumes exigeants : carotte et/ou laitue après poireau en particulier. La présence d'engrais vert est systématique (au moins une année sur deux) au Gaec des Jardins du Temple. Cette présence est importante en système « planches permanentes » car les racines des engrais verts permettant d'empêcher les tassements latéraux qui étaient observés en bordure des planches.

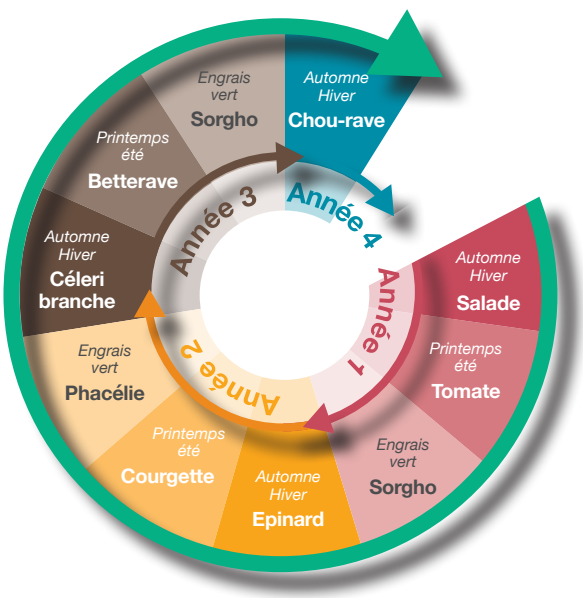
## Rotations sous abris

Les surfaces abritées représentent un investissement non négligeable qui permet de protéger les cultures et gagner en précocité. Les rotations comportent au minimum deux cultures par an, choisies parmi celles qui valoriseront le mieux l'abri :

- En saison froide, pourront alterner salade, mâche, épinard, oignon, céleri, chou-rave, radis, bette/blette , fenouil…, représentant six familles différentes qui peuvent permettre une bonne alternance. En pratique, on constate chez la majorité des maraîchers la prédominance de la salade, plus facilement commercialisable.
- Les cultures de printemps-été sont souvent moins variées, appartenant principalement à deux familles, les Solanacées (tomate, aubergine, poivron, parfois pomme de terre primeur) et les Cucurbitacées (melon, courgette, concombre). Certaines pratiques peuvent être mises en œuvre pour éviter l'installation de bio-agresseurs, comme le greffage, ou bien une solarisation derrière une culture courte (melon, pomme de terre,…), ou encore un engrais vert de rupture comme le sorgho. La culture estivale de haricot à rame permet d'introduire une Fabacée dans les rotations sous abris.

Les règles de décision de la rotation de ce producteur (▹ **voir figure 2** ◃), en bio depuis 40 ans, sont les suivantes :
▹ ne jamais refaire au même endroit une culture avant trois ou quatre ans,
▹ intégrer les engrais verts au maximum, quitte à raccourcir une culture,
▹ étaler les cultures de façon à occuper la main d'œuvre toute l'année.
Il atteint ses objectifs en cultivant 25 légumes différents sur 1,5 ha d'abris.

**Figure 2 - Exemple de rotation sous abri sur quatre ans en Provence**



204105- Folio : q395 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Voici un autre exemple de rotation sous abri en maraîchage diversifié en vente directe (▷ **voir figure 3** ◁).

La rotation sous abri dans ce système de production est particulièrement problématique du fait d'une disponibilité en surface couverte rarement pléthorique, de l'intensification de la production (2 à 3 cultures par an), de durées de cycles différentes dont certaines sont hivernées et de l'importance de certaines cultures de même famille incontournables sous abri (Solanacées estivales notamment).

**Figure 3 - Rotation sous abri sur quatre ans au Jardin de Cocagne d'Astrée (Loire)**

| | ANNÉES | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | | | N+1 | | | N+2 | | | N+3 | | |
| tunnels | printemps | été | automne | printemps | été | automne | printemps | été | automne | printemps | été | automne |
| T7 | ▷ pois,<br>▷ courgette | ▷ engrais vert | ▷ chou chinois<br>▷ céleri branche<br>▷ fenouil<br>▷ mâche | ▷ épinard | ▷ engrais vert | ▷ laitue | ▷ laitue | ▷ aubergine | ▷ carotte<br>▷ mâche | ▷ carotte | ▷ melon | ▷ épinard |
| T6 | ▷ chicorées<br>▷ laitue | ▷ tomate | ▷ bette/ blette<br>▷ oignon | ▷ chicorées<br>▷ laitue | ▷ poireau<br>▷ haricot rame<br>▷ engrais vert | ▷ chicorées | ▷ oignon<br>▷ betterave<br>▷ bette/ blette | ▷ melon | ▷ navet<br>▷ chou | ▷ chou<br>▷ navet | ▷ engrais vert | ▷ laitues |
| T5 | ▷ laitue | ▷ aubergine | ▷ carotte<br>▷ mâche | ▷ pois<br>▷ courgette | ▷ courgette<br>▷ engrais vert | ▷ chou chinois<br>▷ céleri branche<br>▷ fenouil | ▷ carotte | ▷ melon | ▷ épinard | ▷ haricot<br>▷ fenouil<br>▷ betterave | ▷ engrais vert | ▷ batavia |
| T4 | ▷ oignon<br>▷ betterave<br>▷ bette/ blette | ▷ melon | ▷ navet<br>▷ chou | ▷ laitue | ▷ tomate | ▷ blette<br>▷ oignon blanc<br>▷ ail | ▷ chou<br>▷ navet | ▷ engrais vert | ▷ laitues | ▷ pois<br>▷ courgette | ▷ engrais vert | ▷ chou chinois<br>▷ céleri branche<br>▷ fenouil<br>▷ mâche |
| T3 | ▷ carotte | ▷ melon | ▷ épinard | ▷ carotte | ▷ poivron<br>▷ aubergine | ▷ carotte<br>▷ mâche | ▷ épinard | ▷ haricot<br>▷ fenouil<br>▷ chou-rave | ▷ batavia<br>▷ chicorées | ▷ chicorées | ▷ aubergine | ▷ carotte<br>▷ mâche |
| T2 | ▷ chou<br>▷ navet | ▷ engrais vert | ▷ laitues | ▷ chou<br>▷ navet | ▷ concombre<br>▷ melon | ▷ épinard | ▷ chicorées<br>▷ laitue | ▷ tomate | ▷ bette/ blette<br>▷ oignon | ▷ oignon<br>▷ betterave<br>▷ bette/ blette | ▷ melon | ▷ navet<br>▷ chou |
| T1 | ▷ épinard | ▷ haricot<br>▷ fenouil<br>▷ chou-rave | ▷ batavia<br>▷ chicorées | ▷ oignon<br>▷ betterave<br>▷ bette/ blette | ▷ melon | ▷ chou<br>▷ mâche | ▷ pois<br>▷ courgette | ▷ engrais vert | ▷ chou chinois<br>▷ céleri branche<br>▷ fenouil<br>▷ mâche | ▷ chicorées<br>▷ laitue | ▷ tomate | ▷ bette/ blette<br>▷ oignon |

Espèces dominantes : = Solanacées = Cucurbitacées = Astéracées = Apiacées = Brassicacées = engrais vert = mélange Chénopodiacées/Alliacées = Chénopodiacées

Ce jardin de Cocagne dispose de sept tunnels. L'assolement répartit la succession des cultures pour chacun des tunnels en année N, les cultures d'un même tunnel changeant d'abri d'une année sur l'autre dans une rotation sur quatre ans, avec quelques ajustements inévitables.

204105- Folio : q396 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Regroupement des légumes d'une même famille botanique

Pour simplifier la mise en place des rotations, il peut être pratique de regrouper par parcelle les légumes d'une même famille botanique, par exemple les Brassicacées sur une même parcelle, qui recevra l'année suivante plusieurs Fabacées (pois, haricots) puis ensuite plusieurs Apiacées (carottes, panais, céleri…) ou plusieurs Cucurbitacées (courgettes, courges…)… Il sera ainsi plus facile de respecter les délais de retour d'une même famille botanique sur la même parcelle. En maraîchage diversifié, ces regroupements peuvent s'avérer pertinents lorsque le cumul des surfaces de chaque espèce d'une même famille constitue un bloc de surface équivalente (ou de surface multiple) aux blocs constitués par les autres familles. Il est alors possible d'établir une rotation sur cette base dans la mesure où le parcellaire le permet.

**Figure 4 - Répartition des surfaces en plein champ de l'assolement chez trois maraîchers du Rhône**

| | Maraîcher 1 | | Maraîcher 2 | | Maraîcher 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Surface en m² | % | Surface en m² | % | Surface en m² | % |
| ▹ APIACÉES | 1 957 | 12 | 1 768 | 10 | 1 310 | 10 |
| ▹ CUCURBITACÉES | 1 251 | 8 | 1 404 | 8 | 850 | 7 |
| ▹ ALLIACÉES | 1 602 | 10 | 1 525 | 9 | 2 100 | 17 |
| ▹ BRASSICACÉES | 2 337 | 14 | 2 500 | 15 | 2 825 | 22 |
| ▹ FABACÉES | 2 920 | 18 | 2 965 | 18 | 1 050 | 8 |
| ▹ SOLANACÉES | 3 470 | 21 | 3 355 | 20 | 3 000 | 24 |
| ▹ ASTERACÉES + CHENOPODIACÉES | 2 671 | 16 | 3 386 | 20 | 1 560 | 12 |
| | 16 208 m² | 100 | 16 903 m² | 100 | 12 695 m² | 100 |

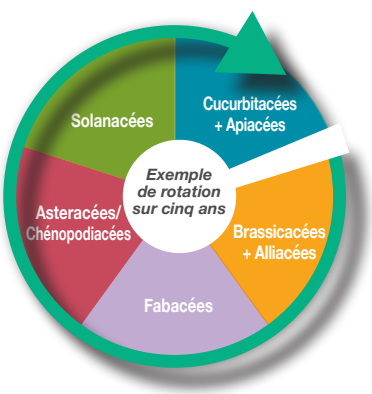
La situation des maraîchers 1 et 2 semble particulièrement propice puisqu'avec une surface unitaire de 4 000 m² par bloc, il serait possible d'établir une rotation de cinq blocs sur cinq ans équilibrée (▹ **voir figure 5** ◃) :

**En conclusion, la gestion des rotations dans un système complexe comme le maraîchage diversifié est toujours un casse-tête. Le résultat est un compromis, établi sur la base de règles essentielles, à hiérarchiser en fonction des impératifs et contraintes de chacun.**

### ATTENTION

**Selon la taille de la parcelle, éviter de créer des conditions favorables au développement des bio-agresseurs, qui trouveront sur une même parcelle peuplée de cultures d'une même famille, les conditions optimales à leur développement. Il faudra veiller à ce que l'environnement de la parcelle soit diversifié et éventuellement aménager la parcelle pour « casser » l'effet mono-famille ; en intercalant par exemple des bandes ou des îlots de plantes aromatiques (basilic, ciboulette, coriandre, persil), ornementales (tagètes) ou mellifères (sarrasin, phacélie).**

**Figure 5**



204105- Folio : q397 - Type : qINT-20141105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# ASSOLEMENT : ÉTAPES DE L'ÉLABORATION D'UN PLAN DE CULTURE

**L'assolement (ou plan d'assolement, ou plan de culture) est la répartition des cultures, regroupées en soles, sur les parcelles de l'exploitation. Schématiquement le nombre de soles correspond au nombre d'années de la rotation :** par exemple un assolement quinquennal comprend cinq soles.
Une sole comprend un ou plusieurs légumes. Dans de nombreuses régions, la pomme de terre représente souvent une sole à elle toute seule. Les légumes sont regroupés en fonction de critères variés : famille botanique, type de légumes (racine, feuille, fruit, fleur), exigence en fertilisation, etc.

En raison de la grande complexité de l'exercice, la plus grande fantaisie peut être mise en œuvre pour l'établissement du plan d'assolement pourvu que les règles de bases soient respectées : rotation si possible sur cinq ans au minimum pour certaines familles botaniques et adaptation des cultures au type de sol de la parcelle.
Sur une même sole, il peut y avoir deux légumes à suivre dans la même année ou mieux, un légume et un engrais vert. A l'inverse, une culture peut occuper plusieurs soles, par exemple si on introduit deux ans de prairie dans la rotation.

L'élaboration du plan d'assolement se fait en plusieurs étapes.

## Étape 1 - Choix de la gamme de légumes : frais ou conservation ?

Du point de vue de la commercialisation, on distingue deux grands types de légumes : les légumes frais et les légumes de conservation.
Les premiers sont un peu plus nombreux en système diversifié. La gestion des légumes frais est délicate en raison de leur faible durée de conservation. Les prévisions de surface et le planning de mise en place sont à évaluer au plus près des prévisions de vente (▷ **voir étape 3** ◁). Le système panier est idéal pour ces légumes car les ventes sont prévisibles avec précision.
Les légumes de conservation sont plus faciles à gérer puisque le producteur dispose de plusieurs mois pour les vendre. Les excédents peuvent être écoulés auprès de collègues ou dans le circuit long, pour peu que les débouchés ne soient pas saturés.

### Quelques exemples réels d'assolement en circuit court

Les ▷ **tableaux 3 et 3 bis** ◁ présentent les choix de gamme de légumes dans trois exploitations de l'ouest de la France en circuit court, ainsi qu'une moyenne sur 35 exploitations également en vente directe de cette région. L'exploitation n°1 livre 130 paniers par semaine, la n°2 fait deux marchés par semaine et la n°3 vend sur 10 marchés par semaine.

204105- Folio : q398 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Tableau 3 - Circuit court : trois exemples d'assolement en plein champ (région Ouest)

| | Moyenne | EXEMPLES | | |
|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques des exploitations** | 35 exploitations | **N° 1** | **N° 2** | **N° 3** |
| **Main d'oeuvre** | 2,3 UTH | 2 UTH | 1UTH | 9,5 UTH |
| **Commercialisation** | | 130 paniers / semaine | Deux marchés / semaine | Dix marchés / semaine |
| **Produit total (€)** | | 82 000 € | 30 000 € | 395 000 € |
| **Surface totale de plein champ (ares)** | 172 ares | **98 ares** | **48 ares** | **455 ares** |
| **Surfaces en %** | % | % | % | % |
| ▹ Pomme de terre | 22 | 20 | 22 | 34 |
| ▹ Chou | 12 | 10 | 5 | 13 |
| ▹ Poireau | 11 | 20 | 2 | 16 |
| ▹ Carotte | 8 | 14 | 7 | 9 |
| ▹ Courge | 7 | 4 | 10 | 4 |
| ▹ Oignon | 5 | 4 | | 2 |
| ▹ Salade | 5 | 3 | 15 | |
| ▹ Betterave | 3 | 3 | 6 | 7 |
| ▹ Radis | 3 | 3 | 5 | |
| ▹ Radis noir, navet, rutabaga | 3 | 5 | 4 | 4 |
| ▹ Haricot vert + demi sec | 3 | | 7 | 5 |
| ▹ Endive | 2 | | 2 | |
| ▹ Pois | 2 | 1 | 5 | |
| ▹ Panais | 2 | 2 | 3 | 1 |
| ▹ Céleri-rave | 2 | 1 | | |
| ▹ Échalote | 1 | 1 | | |
| ▹ Épinard | 1 | 1 | | |
| ▹ Courgette, concombre, melon | 1 | 5 | | |
| ▹ Fêve | 1 | | 2 | |
| ▹ Mâche, salade d'hiver | 1 | 2 | | |
| ▹ Bette/Blette | 1 | 1 | 3 | 2 |
| ▹ Fraise | 1 | | | 3 |
| ▹ Ail | 1 | | | |
| ▹ Autres légumes | 2 | | 2 | |
| **% des 5 légumes de base / total plein champ** | **60%** | **68%** | **61%** | **79%** |
| **% des 10 légumes de base / total plein champ** | **83%** | **88%** | **83%** | **97%** |

*Source : Rapports de stage du CFPPA Rennes Le Rheu*

204105- Folio : q399 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Tableau 3 bis - Circuit court : trois exemples d'assolement sous abris (région Ouest)

| | Moyenne | EXEMPLES | | |
|---|---|---|---|---|
| **Caractéristiques des exploitations** | 35 exploitations | **N° 1** | **N° 2** | **N° 3** |
| **Main d'oeuvre** | 2,3 UTH | 2 UTH | 1UTH | 9,5 UTH |
| **Commercialisation** | | 130 paniers / semaine | Deux marchés / semaine | Dix marchés / semaine |
| **Produit total (€)** | | 82 000 € | 30 000 € | 395 000 € |
| **Surface réelle des tunnels (ares)** | 20 ares | 20 ares | 6,4 ares | 164 ares |
| **Surface totale développée des cultures sous abri (ares)** | 37 ares | 36 ares | 8 ares | 468 ares |
| **Pour mémoire : surface légumes de plein champ pour comparaison** | 172 ares | 98 ares | 48 ares | 455 ares |
| **% de la surface réelle des abris sur la surface totale (Abris + plein champ)** | 12% | 20% | 13% | 36% |
| **Nombre de cultures sous tunnel par an** | 1,6 | 1,8 | 1,2 | 2,8 |
| **Surfaces en %** | % | % | % | % |
| ▹ **Salade** | 16 | 8 | 13 | 21 |
| ▹ **Radis** | 13 | 10 | 26 | 21 |
| ▹ **Tomate** | 11 | 10 | 31 | 3 |
| ▹ **Épinard** | 7 | 6 | 13 | 9 |
| ▹ **Mâche** | 6 | 8 | | 5 |
| ▹ **Carotte** | 6 | 8 | | 5 |
| ▹ **Pomme de terre** | 5 | | 7 | 6 |
| ▹ **Courgette** | 5 | 6 | | 5 |
| ▹ **Aubergine** | 3 | 3 | | 1 |
| ▹ **Poivron, piment** | 3 | 3 | 10 | 1 |
| ▹ **Concombre** | 3 | 6 | | 1 |
| ▹ **Chou** | 3 | 8 | | 6 |
| ▹ **Melon** | 3 | 3 | | 3 |
| ▹ **Oignon** | 2 | 3 | | 1 |
| ▹ **Haricot (rame ou nain)** | 2 | 3 | | |
| ▹ **Fenouil** | 2 | | | 4 |
| ▹ **Pois, fève** | 2 | 6 | | |
| ▹ **Navet** | 2 | 3 | | 2 |
| ▹ **Bette/Blette** | 2 | 3 | | 2 |
| ▹ **Betterave** | 1 | 3 | | |

204105- Folio : q400 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

| Surfaces en % | % | % | % | % |
|---|---|---|---|---|
| Autres légumes et aromates | 3 | | | 4 |
| | | | | |
| % des 3 légumes de base / total sous abri | 40 | 30 | 70 | 51 |
| % des 6 légumes de base / total sous abri | 59 | 54 | 100 | 68 |
| | | | | |
| Part des cultures d'été en % d'occupation des abris | 30 | 33 | 42 | 14 |
| Part des cultures d'hiver en % d'occupation des abris | 70 | 67 | 58 | 86 |
| | | | | |
| Nombre de légumes de plein champ | | 18 | 16 | 12 |
| Nombre de légumes sous abri | | 18 | 6 | 19 |
| Nombre total de légumes | | 36 | 22 | 31 |

*Source : Rapports de stage du CFPPA Rennes Le Rheu*

Il est intéressant de constater que malgré la grande diversité des espèces cultivées chez ces maraîchers diversifiés, dix légumes représentent à eux-seuls en moyenne près des 2/3 de la surface cultivée et même plus de 70 % dans l'exemple 2. C'est l'exploitation n°1 qui dispose de la plus grande diversité de production.

## Quelques exemples réels d'assolement en circuit long

Les ▹ **tableaux 4 et 4 bis** ◃ présentent les choix de gamme de légumes dans deux exploitations en circuit long, l'une dans le Sud-ouest de la France (la ferme D), l'autre dans l'Ouest (la ferme F).

Ces deux exploitations vendent toute leur production à un ou deux grossistes par l'intermédiaire d'un groupement de producteurs auquel elles adhèrent. Le premier producteur dispose d'autant de légumes sous abri qu'un maraîcher diversifié vendant au détail. Le second a un système plus simple. Il existe aussi des systèmes légumiers qui ne comportent que deux ou trois cultures de plein champ, combinées avec des grandes cultures pour des raisons de rotation.

### REMARQUE

**Sur le nombre de légumes : une même espèce cultivée en plein champ et sous abri est comptée deux fois en raison des différences importantes d'itinéraire technique, de variétés, de planning de production. Cela gonfle le total puisqu'on retrouve les mêmes légumes dans les deux (hormis les Solanacées).**

204105- Folio : q401 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Tableau 4 - Circuit long : deux exemples d'assolement en plein champ et sous abris (Bretagne et Sud-ouest de la France)

| Caractéristiques des exploitations | | |
|---|---|---|
| | FERME D | FERME F |
| Localisation | Sud ouest de la France | Bretagne |
| Main d'oeuvre | 14 UTH | 2 UTH |
| Commercialisation | circuit long (un ou deux grossistes) | circuit long (un ou deux grossistes) |
| Produit total (€) | 800 000 € | 120 000 € |
| Surface totale | 30 ha | 10 ha |
| Autres cultures | Triticale – féverole | Blé – engrais vert |

| Assolement en plein champ (PC) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ha | % | Ha | % |
| Surface en légumes de plein champ (ha) | 7 | | 7,1 | |
| Surface totale développée des légumes de plein champ (ha) | 11,2 | | 7,1 | |
| Nombre de cultures de plein champ par an | 1,6 | | 1,0 | |
| **Surfaces par légume** | **Ha** | **%** | **Ha** | **%** |
| ▹ Salade | 2,70 | 24% | | |
| ▹ Carotte printemps - automne | 2,60 | 23% | | |
| ▹ Pomme de terre printemps – automne | 1,85 | 17% | | |
| ▹ Fenouil printemps – automne | 1,80 | 16% | | |
| ▹ Chou chinois automne + cabus | 1,10 | 10% | | |
| ▹ Oignon blanc botte | 0,65 | 6% | | |
| ▹ Poireau primeur | 0,50 | 4% | | |
| ▹ Navet jaune | | | 2,00 | 28% |
| ▹ Brocoli | | | 1,50 | 21% |
| ▹ Potimarron | | | 1,00 | 14% |
| ▹ Chou | | | 0,80 | 11% |
| ▹ Betterave rouge | | | 0,80 | 11% |
| ▹ Haricot vert | | | 0,70 | 10% |
| ▹ Radis noir et rutabaga | | | 0,30 | 4% |
| % des 5 légumes principaux / total plein champ | 90% | | 86% | |

204105- Folio : q402 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

| Assolement sous abri (SA) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Surface nette des tunnels (ares) | 182 | | 40 | |
| Surface totale développée des cultures sous abri (ares) | 420 | | 99 | |
| Nombre de cultures sous abri / an | 2,3 | | 2,5 | |
| % des surfaces développées en légumes sous abri sur la surface totale (Abris + plein champ) | 27% | | 12% | |

| Surfaces par légume | Ares | % | Ares | % |
|---|---|---|---|---|
| ▹ Tomate | 77 | 18% | 10 | 10% |
| ▹ Salade | 65 | 15% | | |
| ▹ Mâche | 60 | 14% | 40 | 40% |
| ▹ Concombre | 54 | 13% | | |
| ▹ Navet botte | 33 | 8% | 10 | 10% |
| ▹ Poireau primeur | 27 | 6% | | |
| ▹ Aubergine | 25 | 6% | | |
| ▹ Chou | 14 | 3% | | |
| ▹ Carotte botte | 13 | 3% | | |
| ▹ Courgette | 13 | 3% | | |
| ▹ Poivron | 13 | 3% | | |
| ▹ Oignon blanc botte | 13 | 3% | 8 | 8% |
| ▹ Betterave botte | 13 | 3% | | |
| ▹ Fenouil de printemps | | | 11 | 11% |
| ▹ Pomme de terre primeur | | | 10 | 10% |
| ▹ Haricot rame | | | 10 | 10% |
| % des 3 légumes principaux / total sous abri | **48%** | | **61%** | |
| % des 6 légumes principaux / total sous abri | **75%** | | **92%** | |

204105- Folio : q403 - Type : qINT-20141105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# Étape 2 - Répartition des surfaces entre plein champ et sous abri

Quelle est la bonne proportion de serre ou tunnel par rapport au plein champ ? Il n'y a pas de réponse unique à cette question. On rencontre des producteurs spécialisés en cultures sous abri et, à l'inverse, d'autres qui n'ont pas d'abris, généralement en circuit long. En maraîchage diversifié, les cultures sous abri sont incontournables.

## Avantages des serres et tunnels :

- confort et grande souplesse de travail en hiver,
- climat artificiel, maîtrisé,
- réduction du creux de production au printemps (cultures hâtées),
- production de légumes exigeants en chaleur dans les régions froides,
- protection contre le vent, la grêle,
- rendements plus élevés qu'en plein champ en règle générale,
- possibilité de produire jusqu'à trois cultures par an.

Mais ils représentent évidemment un investissement et un entretien importants.

## Des abris pour sécuriser la production : oui mais jusqu'où ?

Peut-on affirmer que le système de production est d'autant plus sécurisé que la proportion d'abris est plus élevée ? En théorie oui, mais jusqu'à une certaine limite : la plupart des légumes d'été et d'automne-hiver poussent aussi bien voir mieux en plein champ et ne justifient pas des investissements démesurés. De plus, la consommation de bâches de couverture (à changer tous les 5 à 8 ans) est un point faible dans la durabilité environnementale des systèmes sous abris.

L'étude menée sur 35 exploitations de maraîchage diversifié présentée dans les ▹ **tableaux 3 et 3 bis** ◃ fait ressortir que les tunnels représentent en moyenne 12 % de la surface totale cultivée en légumes (hors tunnels nantais).

Lorsqu'on étudie le nombre de légumes en rotation annuelle on remarque que la moyenne se situe à 1,6 légumes par an, avec des extrêmes de 1,1 à 2,9 légumes. **Il est souvent possible et préférable d'optimiser l'utilisation des tunnels avant d'envisager d'en augmenter la surface.**

### *Surface totale vs surface réellement cultivée*

*Si on veut sécuriser les rotations, il faut au moins doubler la surface nécessaire pour produire les volumes envisagés. Pour un maraîcher individuel il est donc souhaitable de s'installer sur un minimum de 2,5 ha. La surface réellement cultivée est toujours largement inférieure à la surface totale. Il n'est pas rare de voir une surface disponible inférieure de moitié à la surface totale (réserve d'eau, talus, haies, bandes enherbées, bâtiments, chemins, zone pour manœuvrer les véhicules, maison et jardin, etc.), en particulier en système diversifié et sur petites surfaces.*

204105- Folio : q404 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# Étape 3 - Estimation des volumes à vendre

**L'estimation des quantités de légumes que l'on envisage de vendre est un exercice délicat, surtout l'année de l'installation.**

## Vente en paniers et AMAP

Lorsque la commercialisation se fait en panier le calcul est assez facile, en théorie. Il est possible de prévoir la composition des paniers par saison ou par semaine sur l'année et de bien évaluer le nombre de paniers à commercialiser. Une prévision par semaine n'est jamais totalement respectée en raison des aléas pédoclimatiques et des surprises toujours possibles dans la maîtrise des adventices, maladies, parasites et autres prédateurs, mais elle permet de faire une évaluation assez fine des volumes à produire (la composition réelle devant être ajustée chaque semaine). Il est prudent d'arrêter la vente deux semaines (ou plus) en avril - mai lorsque la production est au plus bas.

## Autres types de vente directe

La prévision des ventes sur les marchés ou à la ferme passe par la définition de marchés - types par saison avec une estimation de vente de chaque légume. Une recherche d'informations précises auprès de collègues producteurs expérimentés ayant une clientèle comparable permet de limiter les risques de mauvaise évaluation en première année.
De nombreux producteurs combinent la vente en panier et sur les marchés

## Vente en circuit long

Généralement les volumes sont planifiés avec le(s) grossiste(s) réguliers ou à l'échelle d'une organisation de producteurs si le maraîcher y adhère.

**Dans tous les cas, l'enregistrement précis des ventes permettra d'affiner les quantités à produire au fil des années.**

# Étape 4 - Quel rendement prendre en compte pour prévoir les surfaces à produire ?

Les maraîchers parlent souvent de rendement sorti du champ, mais celui qui est à prendre en compte est le rendement économique, c'est à dire basé sur la quantité effectivement vendue. Il peut y avoir d'importants écarts entre les deux pour différentes raisons :
▹ invendus de légumes frais (par exemple mauvais temps le jour du marché),
▹ rendement nettement supérieur aux prévisions provoquant une surproduction,
▹ pertes au stockage (déshydratation, pourriture, rongeurs),
▹ pertes au tri (légumes déformés, hors calibre…).

L'analyse détaillée des surfaces de l'échantillon de 35 exploitations en circuit court des ▹ **tableaux 3 et 3 bis** ◃ met en lumière des disparités considérables : **à surface égale, la valeur de la production peut varier du simple au triple.** A l'inverse, les exploitations à produit équivalent, par exemple 30 000 € de légumes, mettent en place des surfaces (PC+SA) allant de 0,5 à 1,5 ha. Ces différences s'expliquent essentiellement par le rendement et par le degré d'intensification des rotations.

204105- Folio : q405 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pantone

**ATTENTION !**

**L'AMA REMPLACE LA SMI ! La surface minimale d'installation (SMI) disparaît au profit de l'activité minimale d'assujettissement (AMA) (Loi d'avenir agricole et décret du 18 mars 2015).**

Pour savoir si cette activité est atteinte, l'administration se basera sur la superficie mise en valeur par l'exploitant, ou au nombre d'heures travaillées, ou au revenu dégagé de l'activité agricole.
Cette modification intervenant au moment de l'édition de ce guide, vérifiez les conditions d'application par département auprès de la MSA et contactez les points info installation.

*Source : MSA*

**Il est plus avantageux en termes de temps de travail et de revenu de viser un rendement élevé sur de petites surfaces que d'augmenter ses surfaces.** Cela s'obtient notamment grâce à une bonne maîtrise technique, en particulier des adventices, maladies et parasites.

## Un outil informatique simple pour calculer les surfaces à mettre en culture en vente directe

Un tableur numérique très simple a été mis au point par le Gab des Côtes d'Armor. Ce tableur est téléchargeable sur sur le site de la Frab Bretagne (www.agrobio-bretagne.org ou depuis www.itab.asso.fr, espace maraîchage). Créé pour le système « panier », il peut être utilisé pour un système de vente sur le marché, ou mixte, en le modifiant. Il est valable tant pour le plein champ que la culture sous abri.

Un exemple de simulation est présenté dans le ▷ **tableau 5** ◁. Il s'agit d'un outil informatique à adapter à chaque situation en indiquant :

- ▷ les légumes produits,
- ▷ le nombre de paniers hebdomadaires,
- ▷ le nombre de semaines de vente de chaque légume (2ème colonne),
- ▷ le rendement, à renseigner à partir de références locales (6ème colonne).

Dans ce tableur, les surfaces à produire sont augmentées de 30 % afin de faire face aux imprévus. Il vaut mieux avoir trop de production plutôt que d'être en situation de pénurie.

204105- Folio : q406 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**Tableau 5 - Exemple d'estimation de la surface de légumes à mettre en place sous abris à partir du nombre de paniers hebdomadaires**

Nb de paniers hebdomadaires **80**

| Espèce | Nombre de semaines de distribution | Quantité/ semaine | Unité | Quantité totale à produire | Rendement unité/m² | Surface nécessaire (en m²), marge de sécurité de 30% incluse |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Légumes d'été sous abris** | | | | | | |
| ▹ **Aubergine** | 4 | 1 | Kg | 320 | 5 | 83 |
| ▹ **Tomate** | 12 | 1 | Kg | 960 | 8 | 156 |
| ▹ **Poivron** | 4 | 1 | Kg | 320 | 5 | 83 |
| ▹ **Melon** | 4 | 1 | pièce | 320 | 3 | 139 |
| ▹ **Concombre** | 10 | 1 | pièce | 800 | 15 | 69 |
| **Légumes d'hiver sous abris** | | | | | | |
| ▹ **Courgette** | 3 | 1 | Kg | 240 | 4 | 78 |
| ▹ **Épinard** | 6 | 0,5 | Kg | 240 | 3 | 104 |
| ▹ **Haricot rame** | 4 | 1 | Kg | 320 | 3 | 139 |
| ▹ **Salades** | 10 | 2 | pièces | 1600 | 8 | 260 |
| ▹ **Mâche** | 8 | 0,25 | Kg | 160 | 1 | 208 |
| ▹ **Bette/Blette** | 4 | 1 | Kg | 320 | 4 | 104 |
| ▹ **Pépinière poireau** | | | | | | 0 |
| ▹ **Carotte primeur** | 4 | 1 | Kg | 320 | 6 | 69 |
| ▹ **Radis** | 4 | 1 | Botte | 320 | 5 | 83 |
| **Surface totale des cultures sous abri (en m²)** | | | | | | **1 575** |

| | | |
|---|---|---|
| DONT : | **Surface légumes d'été** | **530** |
| | **Surface légumes d'hiver** | **1 045** |

*Source : Simulation obtenue avec le logiciel du Gab Côtes d'Armor*

## *Pour aller plus loin*

*L'association Alliance PEC Rhône-Alpes a édité un ouvrage « le guide du paysan en Amap » 2013, comprenant un livre et un CD incluant un planning de culture (Sud de la France) et proposant un exemple de constitution de panier par semaine sur l'année. (www.alliancepec-rhonealpes.org)*

204105- Folio : q407 - Type : qINT-20141105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Engrais verts et autres cultures à introduire dans l'assolement

Après avoir défini les surfaces de légumes à produire, il faut y ajouter les autres cultures indispensables à l'assolement pour plusieurs raisons :
- allongement des rotations,
- amélioration de la gestion des adventices, maladies, parasites,
- meilleure autonomie en fertilisants (Fabacées, prairie…),
- régulation du taux d'humus du sol,
- amélioration de la fertilité des sols, etc.

Il faut s'assurer de disposer de surfaces supplémentaires suffisantes et des débouchés commerciaux correspondants s'il s'agit de cultures de vente.

### Choisir une seule culture de légumes (précédée ou suivie d'un engrais vert) ou deux cultures par an ?

**Lorsque le producteur dispose de suffisamment de surface, il est préférable de choisir une seule culture de légumes (précédée ou suivie d'un engrais vert) plutôt que deux cultures par an afin d'augmenter la diversité botanique.** Au moment de l'installation, notamment au moment du choix de l'exploitation, il est prudent de prévoir le double de surface par rapport aux besoins pour les légumes en année de croisière.
Mais la deuxième solution s'impose en cas de surfaces limitées. Dans ce cas, deux plans d'assolement sont nécessaires chaque année : le premier pour le printemps-été et le second pour l'automne-hiver. Les besoins en eau sont plus importants si deux légumes se suivent ; le semis d'engrais vert de fin d'été peut attendre les premières pluies d'automne.

## Critères de répartition des légumes sur les parcelles de plein champ

Avant d'établir le plan d'assolement, il reste à identifier les critères de répartition, exercice en lien étroit avec la ou les rotations définies.

### La connaissance des parcelles de l'exploitation en préalable

- Le sol est-il homogène ?
- Le parcellaire est-il groupé ?
- L'irrigation est-elle réalisable sur l'ensemble des terres ?
- Y a-t-il des parcelles plus adaptées aux cultures de printemps (terres se ressuyant et se réchauffant vite), des terres plus adaptées aux cultures d'été (profondes avec une capacité de rétention en eau élevée) ?
- Certaines parcelles sont-elles hydromorphes, inadaptées aux cultures d'hiver et peut-être de printemps ?

### Quel critère principal retenir ?

Il y a une grande diversité d'approches selon les maraîchers. Voici les quatre critères le plus souvent pris en compte :
- la saison de mise en place, et surtout de récolte, ce qui permet une bonne gestion des engrais verts et de la fertilisation : légumes de printemps, été, automne, hiver ;

204105- Folio : q408 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

- la famille de légumes : les Solanacées représentent souvent une sole, de même que parfois pour les Alliacées et les Brassicacées. Puis il convient de regrouper plusieurs familles botaniques dans la même sole ;
- le type d'organe consommé : racine, feuille, fruit-fleur, soit au minimum trois soles ;
- les besoins en éléments fertilisants : on peut distinguer trois groupes : légumes exigeants en tête de rotation, puis légumes moyennement exigeants et enfin les légumes peu gourmands. Cette approche permet de bien gérer les apports d'amendements organiques.

Le respect de tous ces critères peut donner l'impression d'un casse-tête... à juste titre ! Il n'est pas possible de donner la même importance à tous. La bonne stratégie est donc d'en privilégier un puis de tenir compte d'un ou plusieurs autres dans la mesure du possible. Par exemple, si on choisit l'assolement par saison, rien n'empêche de répartir ensuite les cultures par famille dans chaque sole.
Il est difficile d'aller plus loin sur le plan théorique, voici donc la présentation d'un cas concret.

## Exemple d'assolement en plein champ : rotation sur six ans en Pays-de-la-Loire (ferme B)

Sur une surface de plein champ de 1,25 ha, les cultures sont réparties en 6 soles de 2 000 m² environ, présentées dans le ▹ **tableau 6** ◃.

Le principal critère de répartition des légumes dans les différentes soles est la famille botanique. Puis viennent le type de légumes (les principaux légumes-racines en cinquième année), la saison (les primeurs et les oignons en quatrième année). Une sole est consacrée aux légumes implantés sur bâches tissées et arrosés par goutte à goutte.

On peut remarquer que les primeurs sont installés après le groupe « légume-fruit » ; les bâches tissées restées l'hiver laissent une bonne structure et pas de déchet organique. Il en est de même pour les oignons qui n'aiment pas les matières organiques fraîches, ni les apports d'engrais.

**Tableau 6 - Exemple d'assolement et rotation de plein champ sur la ferme B (Mayenne)**

| Soles | Cultures | Critère dominant |
|---|---|---|
| 1 | Pomme de terre : récolte vers le 1er septembre puis engrais vert (avoine - trèfle ou vesce - seigle) | ▹ Famille botanique |
| 2 | Poireau | ▹ Famille botanique |
| 3 | Melon, pastèque, courgette, céleri (sur bâche tissée et goutte à goutte). Les bâches tissées restent en place durant l'hiver (avant les primeurs et les oignons) | ▹ Famille botanique + type de légumes |
| 4 | **Moitié de la sole :** primeurs (navet, pomme de terre, épinard, radis, oignon blanc, betterave, carotte, chou-rave, chou chinois et persil) suivis de salades d'été<br>**Moitié de la sole :** oignon sur bâche plastique noire puis engrais vert sur toute la sole (avoine - trèfle ou vesce - seigle) | ▹ Saison |
| 5 | Légumes-racines : carotte, panais, endive, betterave (après 2 désherbages thermiques en faux semis et un troisième en pré-levée).<br>Récolte vers le 1er octobre puis engrais vert (avoine - trèfle ou vesce - seigle) | ▹ Type de légume |
| 6 | Choux et autres Brassicacées | ▹ Famille botanique |

204105- Folio : q409 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Spécificités de l'assolement sous abri

Le degré d'intensification sous abri est un élément économique à regarder de près en raison du coût élevé des investissements. Il est possible de viser deux à trois cultures par an (▷ **voir tableau 3 bis** ◁).
Habituellement ce sont les cultures d'hiver et de printemps qui déterminent les surfaces totales d'abris nécessaires. C'est en effet à ces périodes que toute la surface des abris est occupée afin de combler du mieux possible le creux de production du printemps.

**Mais la réflexion sur l'assolement et les rotations sous abri est d'abord basée sur l'implantation des cultures d'été,** moins variées que celles d'hiver. Une alternance de Solanacées (tomate, aubergine, poivron) et de Cucurbitacées (concombre, melon, courgette) est le plus souvent observée. L'apparition du haricot rame il y a quelques années et l'introduction des engrais verts apportent un peu de diversité. Si on prévoit en plus une solarisation systématique, on peut envisager trois soles sous abri et donc une rotation sur trois ans, toujours en se basant sur les cultures d'été :

- **Année 1 :** les Solanacées
- **Année 2 :** les Cucurbitacées
- **Année 3 :** les engrais verts et/ou la solarisation, après les primeurs (carotte par exemple) et avant les premières cultures d'automne (mâche, épinard, oignon blanc, etc.).
- Les haricots et autres cultures d'été sont insérés dans la sole la moins remplie.

En suivant ce raisonnement, l'idéal serait de disposer de trois ou d'un multiple de trois tunnels. Faut-il aller jusqu'à ne faire qu'une seule culture à la fois par tunnel (de taille réduite)? L'idée est séduisante au niveau pédo-climatique et sanitaire, mais plus coûteuse et difficile à faire coïncider avec les besoins en surface de chaque légume.

**Tableau 7 - Exemple d'assolement et de rotation sous abri sur la ferme B (Mayenne)**

| N° tunnel | Première culture | Deuxième culture |
|---|---|---|
| 1 | ▷ Navet / épinard | ▷ Engrais vert (sarrasin) puis mâche / salade puis radis |
| 2 | ▷ Tomate 1 / aubergine / poivron / concombre | ▷ Scarole |
| 3 | ▷ Persil / bette/blette / fève | ▷ Engrais vert (sarrasin) puis navet / radis / carotte |
| 4 | ▷ Pomme de terre / betterave / haricot | ▷ Haricot rame / concombre / tomate 2 puis carotte / oignon / mâche |
| 5 | ▷ Carotte / oignon blanc / chou | ▷ Engrais vert (sarrasin) puis épinard / bette/blette / persil |
| 6 | ▷ Courgette / haricot rame | ▷ Mâche / épinard |

Les rotations sont assez longues et un engrais vert y est semé tous les deux ans. La solarisation n'est pas pratiquée dans cet exemple.

204105- Folio : q410 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## L'unité de base de surface en maraîchage : la planche

Les maraîchers parlent plus souvent spontanément du nombre de planches de chaque légume que de la surface. Il s'agit donc bien de l'unité de base, pour peu que les planches soient toutes identiques.

La largeur d'une planche est déterminée par les outils ou le plus souvent par l'empattement du tracteur. En traction animale, ce sont les outils de préparation du sol qui définissent la largeur de la planche.
**Afin de tenir compte de la surface réelle des parcelles, on retiendra que la largeur de la planche intègre les allées,** soit la partie cultivée + deux demi-allées. Cela permet aussi de prendre en compte, de la même façon, les cultures qui ne comportent pas d'allées mais des inter-rangs identiques (ex. : pommes de terre, choux…). Des planches de 1,5 m de large sont fréquemment rencontrées : 1 m + (2 x 0,25 m) = 1,50 m.

Quant à la longueur, elle est certes définie par la taille des parcelles, mais aussi par des considérations psychologiques inhérentes au désherbage manuel : « c'est décourageant lorsque les planches sont trop longues » ! La plupart des planches font donc entre 50 à 100 mètres de long.

Sous abri, l'utilisation de bâches tissées impose une longueur standard. Cette longueur est définie d'une part par les contraintes d'aération et d'autre part par le coût (plus le tunnel est court plus le coût par m² est élevé). Le ▹ **chapitre 5-4** ◃ donne plus de détails techniques sur le choix des abris et tunnels. Une longueur de planche de 30 à 50 m est la plus fréquente, d'autant que la longueur standard des bâches tissées est de 100 m soit un multiple de 33 ou 50 m. La largeur des planches est identique à celle du plein champ si on utilise les mêmes outils.

**Si on souhaite utiliser les mêmes bâches tissées en plein champ et sous abri, le choix d'une longueur de planche de 50 m est un bon compromis.**

Les spécificités des planches permanentes sont traitées au ▹ **chapitre 1-2** ◃.

204105- Folio : q411 - Type : qINT-20141105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# PLANNING DE CULTURE EN PLEIN CHAMP ET SOUS ABRI

L'élaboration du planning de culture est étroitement liée au plan de culture et surtout à la rotation. Il s'agit de définir en premier lieu la période de semis de chaque légume. Il en découle la période de récolte et de fin de la culture. A ce moment, un autre légume ou un engrais vert prend la suite. C'est la rotation qui définit la culture suivante. Un va et vient plus ou moins long permet d'ajuster la succession des cultures. Il est d'autant plus long que le nombre de légumes qui se suivent sur l'année est élevé. Cet exercice est donc plus complexe sous abri. Par contre, lorsqu'il n'y a qu'une culture de légume par an, il est assez facile de repérer quels engrais verts sont adaptés à la période où la parcelle est libérée.

Deux plannings réels de cultures de producteurs expérimentés sont présentés : l'un concerne la ferme B en vente directe en Pays-de-la-Loire (▹ **tableau 8** ◃), et l'autre, nettement plus simple, est issu d'un système en circuit long en Bretagne (ferme F) (▹ **tableau 9** ◃).
Un exemple concret de calendrier détaillé de production de salade, légume primordial sur un étal toute l'année est présenté (▹ **tableau 10** ◃). Le producteur l'a perfectionné au fil des années.
Enfin, la combinaison de l'assolement, de la rotation et du planning entraîne l'élaboration d'un outil de pilotage précis très intéressant à utiliser aussi bien sous abri qu'en plein champ (▹ **tableaux en annexe** ◃).

Le planning de production détaillé de chaque légume est présenté dans les fiches-légume du tome II de ce guide.

## Un planning détaillé par semaine

Les plannings proposés (▹ **tableaux 8 et 9** ◃) sont détaillés par semaine. Pourquoi ce niveau de précision ? **La semaine correspond à l'unité de base d'organisation du travail. Cela permet de programmer de manière précise les mises en production, sans oubli.** Il s'agit de plannings de systèmes paniers. Ce choix s'explique par le fait qu'ils sont habituellement les plus élaborés et les plus complexes. Mais il est également intéressant de s'en inspirer pour vendre sur les marchés où à la ferme, afin de disposer d'une large gamme de légumes toute l'année ou presque.

En circuit long, le planning de culture ne pose pas de difficultés particulières. Il est mis au point à partir du calendrier des ventes élaboré conjointement avec le groupement de producteurs et / ou le(s) grossiste(s).

Sous abri, le planning de mise en place est plus facile à tenir qu'en plein champ puisque la dépendance au climat est réduite.

**ATTENTION !**

**Ces plannings ne sont pas transposables tels quels, n'importe où. L'adaptation est indispensable par région et aussi en fonction du micro-climat local, de l'orientation des parcelles, etc. Il est évident que les conditions pédo-climatiques, variables d'une année à l'autre, ne permettent pas de respecter précisément le prévisionnel en plein champ, aussi bien pour les semis/plantations que pour les récoltes. Le décalage peut atteindre deux ou trois semaines et quelques fois plus en cas de printemps pluvieux. Là aussi, comme pour l'assolement, l'enregistrement des dates de réalisation permet d'affiner le planning au fil des années, tout en gardant la nécessaire souplesse d'adaptation.**

204105- Folio : q412 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Des plannings qui présentent un grand nombre de légumes

L'élaboration du planning commence par le repérage des périodes de semis et de plantation. Il en découle les périodes de récolte et donc de disponibilité des légumes pour la commercialisation. Lors de la première ébauche de planning, on procède à un « va-et-vient » afin d'aboutir à une gamme de légumes suffisante à toutes les périodes.

**La nécessité de vendre toute l'année ou presque dans le système diversifié impose au producteur de porter une attention particulière à la période creuse** qui se situe dans tous les cas durant les mois d'avril-mai et jusqu'à mi-juin dans la moitié nord du pays. C'est à ce moment que les cultures hâtées sous abri sont indispensables afin d'assurer la soudure entre les légumes d'hiver et ceux d'été. Les abris ont aussi pour fonction de fournir des légumes frais en hiver et quelques légumes d'été exigeants en chaleur et (ou) sensibles au vent. L'utilisation d'une chambre froide ou d'une cave fraîche permet aussi de prolonger la période de vente des tubercules et des légumes-racines stockés : pomme de terre, céleri-rave, navet, radis noirs, betterave, carotte, panais... A cette période, la vente de plants sur les marchés peut éviter une trop forte baisse du chiffre d'affaires. De même que la transformation (jus, sauces, coulis, conserves…) des légumes pendant les périodes de surproduction, permet d'alimenter les paniers pendant les périodes de pénurie. Des producteurs arrêtent la vente pendant deux à quatre semaines en avril ou début mai et la dernière semaine de l'année.

Avant de s'installer, il peut être utile de réaliser un livret qui recense, par semaine, les opérations à réaliser depuis, par exemple, la mise en germination des pommes de terre, la mise en chambre froide puis en forçage des endives, la taille et le palissage des légumes qui y sont soumis et les principales opérations préventives et curatives de désherbage et de protection des cultures, la commande des semences et plants etc. Un tel livret permet à un maraîcher nouvellement installé de bien prendre conscience de la grande diversité des tâches qui l'attendent et de mieux les anticiper.

Le calcul de la quantité de légumes disponibles par semaine permet d'attirer l'attention sur la ou les périodes de vigilance afin d'éviter une pénurie. Sur le plan économique, l'achat de légumes complémentaires à des collègues ou un grossiste est préférable à un manque de produits, aussi bien sur les marchés que pour les paniers. Certaines AMAP ne le permettent pas mais, en échange, continuent de rémunérer le producteur durant la période d'arrêt de livraison programmée au printemps.

L'étude des plannings présentés ci-dessous permet d'appréhender la complexité du métier et donc d'entamer, le cas échéant, une réflexion sur la recherche de partenariat de répartition de la production avec d'autres maraîchers.

## Semis direct, semis en motte ou achat de plants ?

Ce choix a une forte influence sur le planning de culture. **Le semis en motte (godets ou alvéoles) tend à se généraliser chez beaucoup de producteurs.** En parallèle, plus de 50 % des producteurs achètent au moins une partie de leurs plants[8]. **L'achat de tout ou partie des plants simplifie grandement le planning de culture** en réduisant les semis à réaliser et en permettant d'établir en début de saison un calendrier de livraison des plants.

**ATTENTION !**

**Pour que ce guide soit le plus complet possible, les plannings de vente directe présentés ici comportent un grand nombre de légumes. Ce sont ceux de producteurs expérimentés. Cette grande diversité n'est généralement pas d'emblée à la portée d'un débutant qui doit d'abord assurer la production des légumes de base.**

*8 - Rey, F; Sinoir, N.; Wohrer, J.; Touret, C. and Mazollier, C. (2013) State of organic seeds in France. "Semences biologiques en France : quelles pratiques, quelles attentes ?" Innovations Agronomiques, 32, pp. 413-425*

204105- Folio : q413 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Semis direct ou semis en motte ?

Le semis en motte a le vent en poupe. Trois raisons principales à cela :

- ▹ Une plus grande précocité des plants en fin d'hiver et au printemps et donc une réduction de la période creuse. Il est facile de semer sous abri dans des conditions climatiques favorables les légumes destinés à être plantés en plein champ lorsque le printemps avance. Cela permet aussi de maintenir hors gel les espèces sensibles.
- ▹ Une meilleure gestion des adventices en gagnant deux à quatre semaines par rapport à un semis direct. C'est un avantage considérable sur le voile thermique qui certes accélère la croissance du légume mais aussi celle des adventices.
- ▹ Un gain de temps comparé à une pépinière d'autant que pour que les plants soient réussis il faut une installation adéquate, notamment pour les semis d'hiver.

## Planifier ses commandes de plants

Il est important de planifier à l'avance ses besoins en plants afin que le pépiniériste puisse fournir au moment propice les quantités nécessaires et les variétés souhaitées. Le choix du pépiniériste est primordial pour avoir des plants de qualité et issus de semences biologiques (▹ **voir chapitre 3** ◃).

# Exemple de planning en maraîchage diversifié au nord de la Loire (ferme B)

Le planning du ▹ **tableau 8** ◃ a été élaboré par le maraîcher de la ferme B en Mayenne.

Sur ce planning en Mayenne, on constate un arrêt des ventes en avril et une faible disponibilité durant la première quinzaine de mai. Il est d'ailleurs arrivé que la vente ait été stoppée deux mois chez ce producteur : en avril, ce qui était prévu, mais aussi en mai en raison de mauvaises conditions climatiques l'année précédente qui ont réduit le rendement des légumes-racines, des poireaux et des choux. Cette déconvenue a permis au maraîcher d'améliorer le planning et le plan de culture pour les années suivantes. Ce planning est bien au point désormais puisqu'il a été respecté même en 2012, année particulièrement froide et pluvieuse au printemps, et la production a toujours permis de remplir les paniers.

204105- Folio : q414 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Tableau 8 - Un planning de plein champ et sous abri sur la ferme B en Mayenne (vente en paniers)

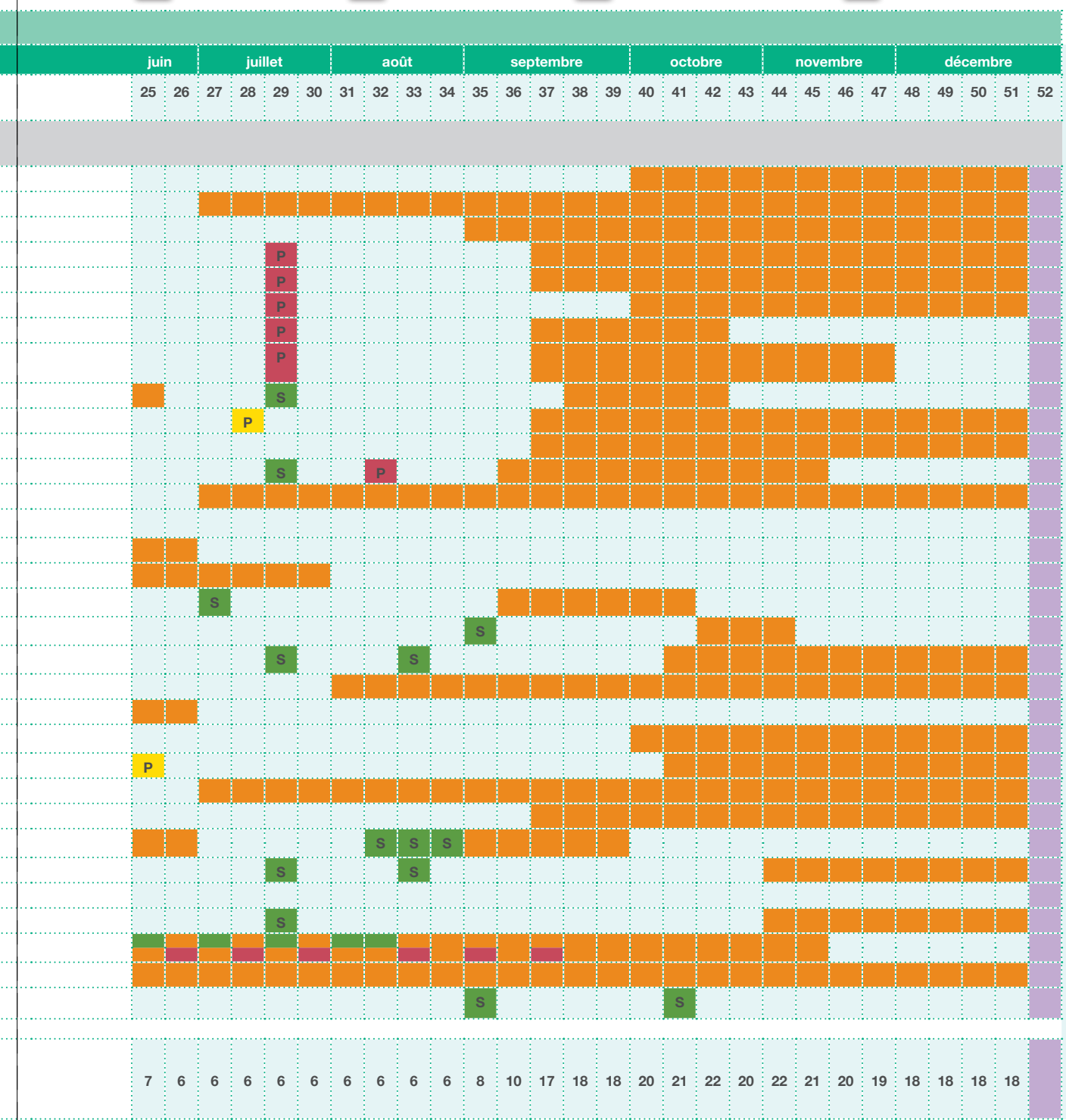
S Semis P Plantation

## ▷ PLEIN CHAMP (PC)

| | janvier | | | | | février | | | | mars | | | | avril | | | | mai | | | | | juin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Numéro de semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| **Légumes** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Betterave | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | |
| ▷ Carotte | | | | | | | | | | | | S | | | | | | | | S | | | | |
| ▷ Céleri-rave | | | | | | | | | | | | S | | | | | | | | P | | | | |
| ▷ Chou cabus | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | S | |
| ▷ Chou frisé | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | |
| ▷ Chou de Bruxelles | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | |
| ▷ Chou brocoli | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | |
| ▷ Chou-fleur et romanesco | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | |
| ▷ Chou chinois | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Chou-rave | | | S | | | | | | | | | P | | S | | | | S | | | | | | P |
| ▷ Courge diverses | | | | | | | | | | | | | | | | S | | | | P | | | | |
| ▷ Courgette | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Échalote | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Endive | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | | | | | | |
| ▷ Épinard | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Fenouil | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Haricot vert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Mâche | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Navet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Oignon (bulbilles) | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Oignon blanc | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Panais | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | | | | | | |
| ▷ Poireau | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Pomme de terre | | | | | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | |
| ▷ Potimarron | | | | | | | | | | | | | | | | S | | | | P | | | | |
| ▷ Radis | | | | | | | | | | | | | | | | S | S | S | S | | | | | |
| ▷ Radis noir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Roquette | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Rutabaga | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Salades | | | | S | S | S | PT | S | PT | S | PT | S | PT | S | P | S | P | | | | | | | |
| ▷ Aromates | | | | | | | S | | | | | | | | P | | | | | | | | | |
| ▷ Engrais vert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nbre d'espèces de légumes PC disponibles chaque semaine : | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 18 | 18 | 17 | 16 | | | | | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7 | 8 |

204105- Folio : q415 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta





204105- Folio : q416 - Type : qINT-20140505 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

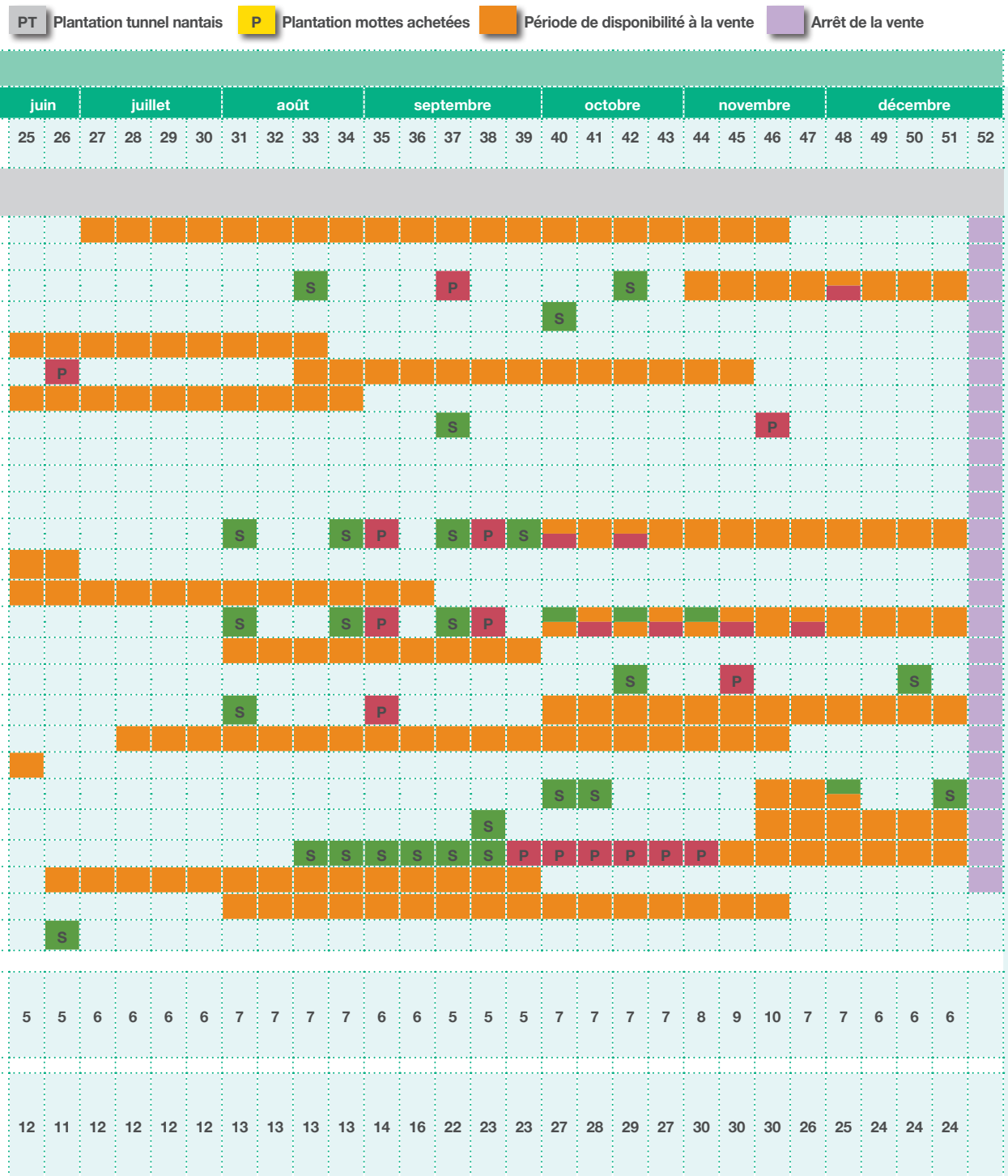
Tableau 8 (suite) - Un planning de plein champ et sous abri sur la ferme B en Mayenne (vente en paniers)

S Semis P Plantation

## ▷ SOUS ABRI (SA)

| | janvier | | | | | février | | | | mars | | | | avril | | | | mai | | | | | juin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Numéro de semaine | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| **Légumes** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Aubergine | | | | | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | |
| ▷ Betterave | | | S | | | P | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Bette/Blette | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Carotte | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Concombre 1 | | | | | | | | | | | | | | S | | | P | | | | | | | |
| ▷ Concombre 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | | |
| ▷ Courgette | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Oignon blanc | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Chou chinois | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Chou pointu | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Chou-rave | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Épinard | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Fève | | | | | | | | S | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Haricot vert | | | | | | | | S | | | | | | P | | | | | | | | | | |
| ▷ Mâche | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Melon+pastèque | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | | | P |
| ▷ Navet | | | S | P | | S | P | S | P | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Persil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Poivron | | | | | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | |
| ▷ Pomme de terre | | | | | | P | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Radis | | | S | | S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Roquette | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Salades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▷ Tomate 1 | | | | | | | | | | | | | | | | P | | | | | | | | |
| ▷ Tomate 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | | | | | P | |
| ▷ Engrais vert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | S | |
| Nombre d'espèces de légumes SA disponibles chaque semaine : | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 8 | 5 | 5 | | | | | 4 | 4 | 11 | 11 | 12 | 11 | 7 |
| Nombre TOTAL d'espèces de légumes disponibles chaque semaine : | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 25 | 26 | 22 | 21 | | | | | 8 | 9 | 16 | 16 | 17 | 18 | 15 |

204105- Folio : q417 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



204105- Folio : q418 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

D'octobre à mars les semis sont rares, d'autant que le maraîcher a fait le choix d'acheter une majorité de plants en début de printemps aussi bien pour le plein champ que pour les abris. La production de plants en hiver est délicate, de nombreuses espèces nécessitant du chauffage et donc une grande surveillance et un équipement important en tables de semis. Ce choix permet donc au producteur de prolonger le rythme de travail de la période hivernale où les horaires sont allégés.

Que ce soit dans le planning présenté dans le ▹ **tableau 8** ◃ ou celui réalisé en Dordogne disponible sur internet, le nombre total d'espèces de légumes disponibles à la vente est légèrement surévalué puisqu'un même légume peut être compté deux fois, une fois en plein champ et une deuxième fois sous abri (ex. : aubergine, courgette, poivron, tomate...).
Lorsqu'on regarde les lignes indiquant le nombre total de légumes disponibles, on constate que la production de plein champ est très abondante en automne et en hiver. Les abris produisent une plus grande variété en mai et début juin. Sans eux la production serait insuffisante pour faire face à la demande.

**Tableau 9 - Un planning en plein champ et sous abri en système légumier sur la ferme F (Côte d'Armor)**

▹ **PLEIN CHAMP (PC)**

| | janvier | | | | | février | | | | mars | | | | avril | | | | mai | | | | | juin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Numéro de semaine :** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| **Culture :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Betterave | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| ▹ Choux cabus | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| ▹ Brocoli | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Haricot vert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Navet | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Potimarron | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Radis noir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Nombre de légumes PC disponibles** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

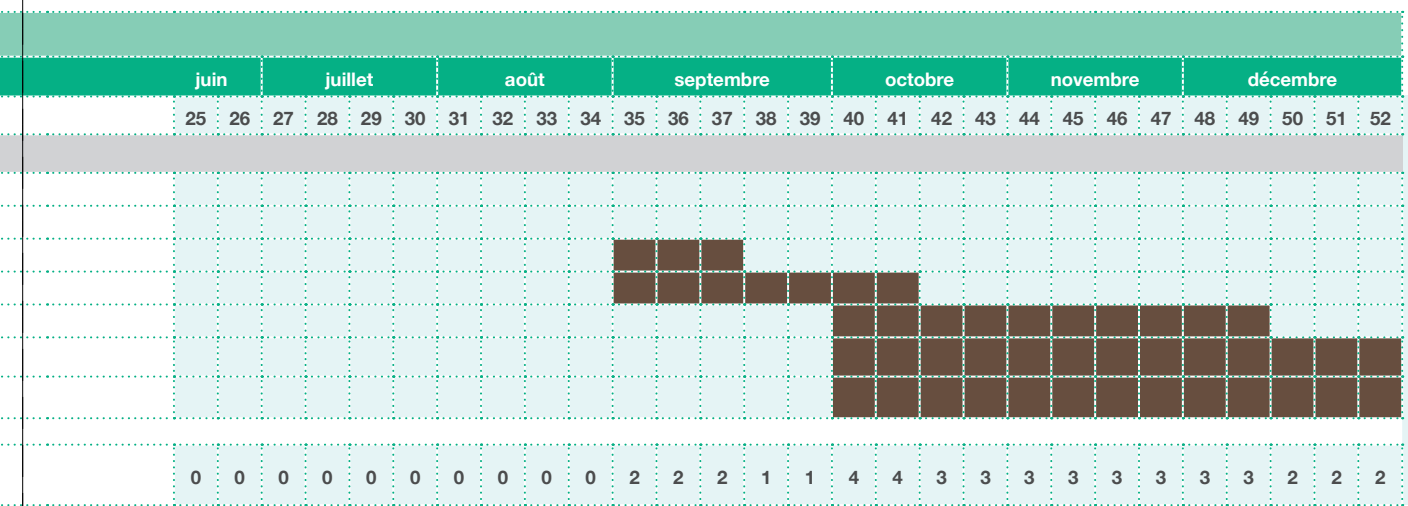
▹ **SOUS ABRI (SA)**

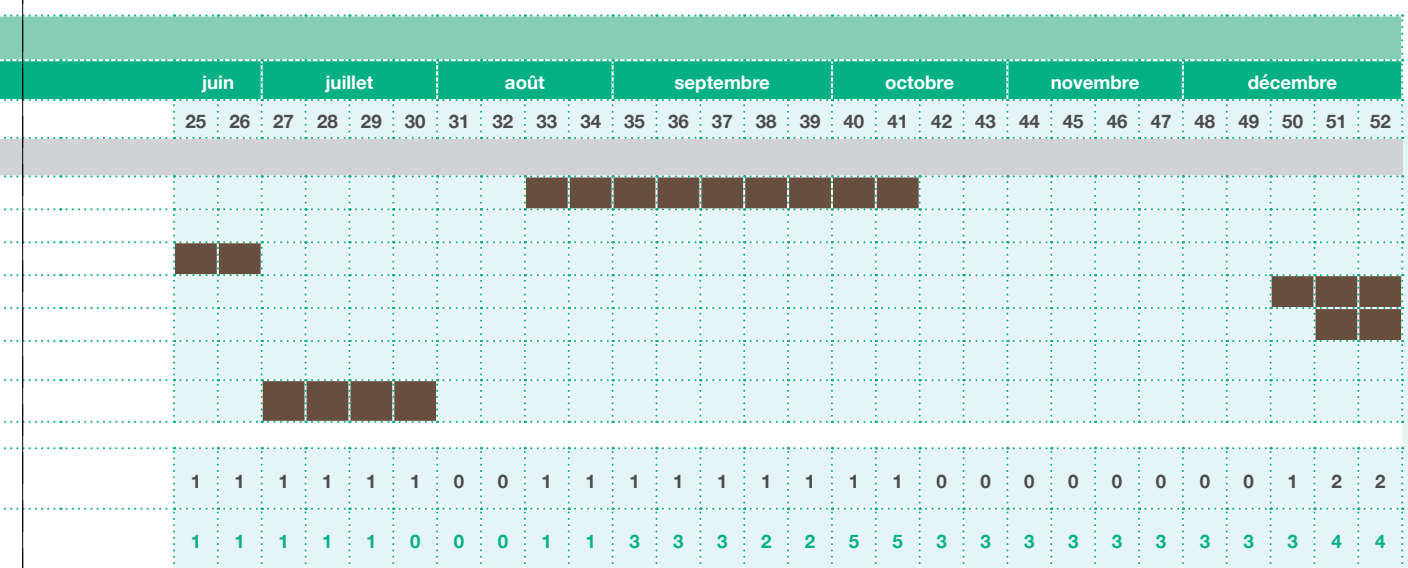
| | janvier | | | | | février | | | | mars | | | | avril | | | | mai | | | | | juin | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Numéro de semaine :** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| **Culture :** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Tomate | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Fenouil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| ▹ Oignon blanc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| ▹ Navet | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Mâche | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| ▹ Pomme de terre | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| ▹ Haricot vert rame | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Nombre de légumes SA disponibles** | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Nombre total de légumes disponibles** | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |

204105- Folio : q419 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Exemple de planning en système légumier (circuit long)

En circuit long, c'est souvent le groupement de producteurs, en concertation avec le grossiste, qui coordonne la planification et répartit les volumes entre les producteurs. Il y a des ventes toute l'année d'un nombre de légumes restreint. Le créneau de vente peut être très court, comme par exemple pour les choux, le fenouil, les oignons blancs et les pommes de terre primeurs. Cela facilite le travail : le planning de mise en culture est simple et la période de récolte concentrée ▷ **voir tableau 9** ◁.



204105- Folio : q420 - Type : qINT-20140505 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Cas particulier de la salade : un planning difficile à gérer

La salade est indéniablement un produit d'appel sur un étal et est également indispensable dans le panier d'une Amap. Pour en disposer toute l'année (excepté avril), il ne faut pas hésiter à réaliser un semis tous les 15 jours de janvier à septembre, soit près de 25 semis, comme sur la ferme B dont le planning est présenté en exemple dans le ▹ **tableau 8** ◃. Il combine différents types de laitues et de chicorées pour chaque saison et livre 135 paniers hebdomadaires. La proportion de culture de plein champ est de 60 %.

**Tableau 10 - Un exemple de planning salade sur la ferme B en Mayenne**

| Date semis | Lieu d'implantation | Espèce / Variété | Surface en mètre linéaire de planche* | Date récolte |
|---|---|---|---|---|
| **15 janvier** | Tunnel nantais | ▹ Batavia *Grinie* + Feuille de chêne *Kitania* | 20 | avril - mai |
| **23 janvier** | | | 20 | |
| **1er février** | | | 20 | |
| **15 février** | Plein champ | ▹ Chicorée scarole Kethel | 50 | mai |
| **1er mars** | | ▹ Batavia *Tourbillon* + Feuille de chêne Prunaï | 19 | juin |
| **15 mars** | | | 19 | juin |
| **1er avril** | | | 19 | juin |
| **15 avril** | | | 19 | juin |
| **1er mai** | | ▹ Laitue *Estelle* | 19 | juillet - août |
| **15 mai** | | | 19 | juillet - août |
| **1er juin** | | | 19 | juillet - août |
| **15 juin** | | | 19 | juillet - août |
| **1er juillet** | | ▹ Batavia *Tourbillon* + Feuille de chêne Prunaï | 19 | août - sept. - oct. |
| **15 juillet** | | | 19 | août - sept. - oct. |
| **1er août** | | | 19 | août - sept. - oct. |
| **1er août** | | ▹ Chicorée scarole *Nuance* | 50 | fin octobre |
| **8 août** | | ▹ Batavia *Tourbillon* | 50 | octobre nov. |
| **15 août** | Tunnel | ▹ Batavia *Grinie* + Feuille de chêne *Kitania* | 19 | octobre nov. |
| **21 août** | | | 19 | octobre nov. |
| **1er septembre** | | | 19 | octobre nov. |
| **8 sept.** | | | 19 | octobre nov. |
| **8 sept.** | | ▹ Scarole *Cuartana* + frisée *Primafine* | 85 | déc. - avril |
| **15 sept.** | | | 85 | déc. - avril |
| **23 sept.** | | | 85 | déc. - avril |
| | | **TOTAL** | 750 mètres linéaires de planches | |

**(largeur 1,2 mètre)*

204105- Folio : q421 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# PILOTAGE DE LA PRODUCTION DANS L'ESPACE ET DANS LE TEMPS[9]

Est-il possible et intéressant de regrouper dans un même tableau assolement, rotation et planning de culture ? Il n'y a pas d'obstacle majeur à la réalisation d'un tel tableur informatique qui peut cependant demander beaucoup de temps s'il y a un grand nombre d'espèces de légumes. L'essentiel est de bien définir les soles et les groupes de cultures dans chaque sole.

**L'élaboration d'un tel tableau peut être complexe et peu de producteurs se risquent à ce niveau de détail mais il permet une vision globale des cultures de légumes et engrais verts sur plusieurs années.** Il oblige à matérialiser sur le plan de l'exploitation toutes les planches de culture. Puis il faut dérouler les différentes cultures sur la durée de la rotation, sur chaque planche ou groupe de planches (par mois c'est suffisamment précis, au moins en plein champ).
L'élaboration d'un tel tableau permet aussi de vérifier qu'il n'y a pas d'erreur au niveau de la succession des cultures, que les engrais verts sont implantés à bon escient, que le sol ne reste pas nu trop longtemps.

Deux exemples sont présentés ici, l'un en plein champ, l'autre sous abri. Ils ont été réalisés à l'aide d'un tableur téléchargeable sur ▹ **www.itab.asso.fr** ◃.

## Application en plein champ

Le plan de culture sur une rotation de six ans pour un grand jardin de 4 800 m² dans les Côtes d'Armor a été réalisé grâce à ce tableur. Du fait de sa taille conséquente, il est consultable en ▹ **annexe 2 tableau 1** ◃. Dans cet exemple, la commercialisation se fait en quasi-totalité dans une supérette bio locale. Ses 4 800 m² sont divisés en 6 soles de 800 m², composées chacune de 8 planches de 100 m² (77 m de long et 1,30 m de large).

L'exercice pourrait paraître simple du fait d'un nombre limité de légumes : une douzaine. En réalité un seul légume occupe à lui seul 25 % de la surface, il s'agit de la pomme de terre, culture principale. Elle ne peut occuper plus du quart de la surface afin de respecter une rotation de quatre ans, ce qui complique singulièrement la planification.

On observe également que la famille des Alliacées occupe près du tiers de la surface (échalote et oignon pour une sole ; poireau pour les trois-quarts d'une autre). Des problèmes de maladies cryptogamiques peuvent donc apparaître sur ces cultures.
Dans cet exemple, un doublement de la surface avec introduction d'engrais verts de longue durée sécuriserait grandement le système et permettrait de simplifier la planification.

## Application sous abri

Cette méthode de planification et ce tableur ont été appliqués aux cultures sous abris de la ferme B (se reporter aux ▹ **tableaux 6, 7 et 8** ◃ pour la rotation et le planning des ventes de cette ferme). On obtient un plan de culture assez conséquent présenté en ▹ **annexe 2 tableau 2** ◃.

*9 - Chapitre inspiré de travaux réalisés par Alain Arrufat, Civambio 66*

204105- Folio : q422 - Type : qINT-20140505 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Il y a six tunnels pour une surface totale de 2 100 m² ; chacun d'eux comprend cinq planches soit 30 planches au total. La rotation suit l'ordre des numéros des tunnels. Elle dure donc six années. **L'exercice est assez complexe, mais une fois la planification réalisée, le maraîcher dispose d'un outil de pilotage clair et opérationnel, facile à modifier en cas de changement de l'assolement.**

### Synthèse

***A l'issue de l'élaboration de l'assolement, de la rotation qui en découle et du planning de culture, le maraîcher a une vision assez complète de l'organisation de la production dans l'espace et le temps.*** *On choisira le degré de détail des outils de planification et de pilotage selon les contraintes de commercialisation. Pour être complet dans les outils de planification nécessaires à un maraîcher, il faut ajouter aux tableaux présentés précédemment :*

- *un tableau des besoins en semences pour bien préparer ses commandes*
- *un tableau pour les quantités de mottes à fabriquer pour celui qui réalise ses propres plants.*

*En apparence facile d'accès et très tentant, le système « panier » est en réalité celui qui exige le plus de précision dans la planification, aussi bien au niveau des surfaces que des périodes de semis et plantation.*

### Pour aller plus loin

*Le réseau des Jardins de Cocagne dispose d'un logiciel complet de pilotage du système panier (logiciel payant). http://www.reseaucocagne.asso.fr.*
*Il existe également d'autres logiciels de planification et de gestion, tels que ceux de l'ADABio et du CivamBio 66. Celui du Civam Bio 66 dénommé « programme de planification des cultures », est téléchargeables sur le site de Sud et Bio : www.sud-et-bio.com.*

## RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**

- Joseph Argouarc'h

**Relecture**

- Marie-Laëtitia Melliand, Blaise Leclerc, Monique Jonis, Aude Coulombel (Itab)
- Jean-Marie Morin (Ministère de l'agriculture, réseau Formabio)

204105- Folio : q423 - Type : qINT-20141105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# 5-2 CHOIX ET GESTION DU MATÉRIEL

## QUEL NIVEAU D'ÉQUIPEMENT ?

La liste de matériel utilisé et utilisable en maraîchage est impressionnante. Plutôt que de la détailler ici, il paraît plus intéressant de préciser les critères de choix et de se focaliser sur les matériels les plus performants, sans oublier les points de vigilance à prendre en compte pour chaque catégorie d'équipement.

### *Pour aller plus loin*

*Une liste très détaillée (plus de trois pages) du matériel utilisé en maraîchage biologique est disponible dans le livre « Le maraîchage biologique » (J. Argouarc'h, V. Lecomte et J-M. Morin. 2008. Ed. Educagri.)*

La gamme de matériel sera nécessairement très différente selon la taille de l'exploitation et le système choisi (grand jardin, maraîchage diversifié, légumier).

**Le budget à allouer à l'achat du matériel est généralement très important au regard d'une utilisation assez limitée.** C'est un peu moins vrai en système légumier et en système diversifié à plusieurs personnes. Par exemple, chez la plupart des maraîchers, le tracteur ne travaille qu'entre 100 et 200 heures par an. C'est très peu si on considère sa longévité : 10 000 heures, voire plus ; soit une durée de vie théorique de 50 à 100 ans, alors qu'un tracteur neuf s'amortit comptablement sur sept ans. L'achat d'un tracteur neuf n'est donc pas pertinent en exploitation maraîchère individuelle sans salarié.

**Mais un matériel, même peu utilisé, se justifie sans hésitation s'il permet une réduction importante du temps de travail et une meilleure ergonomie.** Les exemples sont nombreux aussi bien au niveau de la gestion des adventices que de la récolte ou de la préparation pour la vente. Un bon outil de préparation du lit de semence est également indispensable afin de garantir une bonne levée, même s'il n'est pas utilisé tous les jours.

### *Ce qu'il faut éviter au niveau de l'équipement*

- *S'équiper lourdement de matériels coûteux qui servent très peu de temps dans l'année, par exemple acheter un gros décompacteur pour travailler un hectare de maraîchage et un deuxième tracteur plus puissant pour trainer l'outil, alors qu'un agriculteur voisin dispose de cet équipement.*
- *A l'inverse, faire l'impasse sur un bon outil de préparation du sol, même coûteux, entraîne un mauvais affinement du lit de semence et/ou un compactage du sol par des passages trop nombreux et en définitive des cultures fortement pénalisées.*

204105- Folio : q424 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Partager les outils

A moins de disposer d'une exploitation avec plusieurs ateliers ou d'un atelier de maraîchage où travaillent plusieurs personnes, ce qui permet une utilisation plus intense des outils, il est plus judicieux d'établir des partenariats, chaque fois que cela est possible :

- ▹ adhérer à une CUMA généraliste locale pour les gros travaux, ou idéalement à une CUMA spécialisée en maraîchage,
- ▹ faire intervenir une Entreprise de travaux agricoles (ETA),
- ▹ échanger certains matériels avec des voisins,
- ▹ faire appel à un agriculteur voisin équipé en matériel de grandes cultures.

C'est aussi une façon d'entrer en relation si on s'installe en pays inconnu, au-delà des économies de matériel que cela permet.

**La limite de ces partenariats, surtout pour le matériel de culture, est de pouvoir en disposer rapidement lorsque le créneau d'utilisation est étroit.**

## Neuf ou occasion ?

Il est sûr qu'un maraîcher installé seul en vente directe ne peut acquérir toute la gamme de matériel nécessaire sauf à s'endetter fortement et à dégrader ses résultats économiques. L'acquisition d'un matériel neuf n'est pas toujours justifiée. Le matériel d'occasion fait très bien l'affaire lorsqu'il sert peu, qu'il a une durée de vie de plusieurs décennies et que de bonnes occasions sont disponibles. Cependant, les conditions d'obtention des prêts bonifiés destinés aux jeunes agriculteurs ou des subventions agro-environnementales incitent à s'équiper en neuf (sauf dans le cas particulier de la reprise du matériel du cédant).

On trouve encore des semoirs manuels anciens tout à fait performants pour une bouchée de pain, des bineuses tractées, des ramasseuses-chargeuses à légumes - racines ou encore des motteuses d'occasion. Mais mieux vaut avoir quelques compétences en mécanique afin de faire face aux éventuelles réparations qui peuvent être assez fréquentes et donc de prévoir du temps pour les activités d'entretien et de réparation.

204105- Folio : q425 - Type : qINT-204105 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# VÉHICULE DE TRANSPORT ET MATÉRIEL DE TRACTION



J. Argouarc'h

▷ *Un tracteur ancien bien adapté au maraîchage : il est équipé d'une fourche avant, d'une direction assistée et de roues étroites*

## Véhicule de transport : critères de choix

Fourgonnette ou fourgon ? Avec ou sans remorque ? Le choix dépend des volumes de légumes, d'emballage et de plants à transporter. Pour une utilisation intense, il est intéressant de prévoir le chargement par un transpalette à partir d'un quai de niveau (▷ **voir chapitre 5-4** ◁) avec le plancher du véhicule.

Le producteur légumier produisant de gros volumes choisira plutôt un camion ou utilisera son tracteur et sa remorque si le grossiste est à proximité ou encore fera appel à un transporteur spécialisé, à moins que le grossiste ne se déplace pour enlever les légumes sur l'exploitation.
Le producteur en grand jardin peut se contenter d'une fourgonnette ou d'un break (avec remorque si besoin).



J. Argouarc'h

▷ *Ce tracteur récent est équipé d'un arceau rabattable. L'entrée basse du bâtiment oblige à descendre l'arceau pour rentrer le tracteur. Il en est de même pour entrer dans les tunnels.*

## Tracteur

**Une puissance de 50 à 60 CV suffit en règle générale en maraîchage diversifié** mais le poids du cultirateau ou de la machine à bêcher exige parfois de choisir un modèle plus puissant.
**La direction assistée facilite les nombreuses manœuvres à réaliser.** Elle s'impose si le tracteur est muni d'une fourche avant et / ou de quatre roues motrices. Un tracteur quatre roues motrices présente l'intérêt d'avoir une meilleure force de traction et de moins tasser le sol (roues avant). Par contre, il est moins maniable (rayon de braquage) qu'un deux roues motrices.

**Une largeur de roue arrière de 30 cm est un bon compromis** entre des allées de bonne largeur (50 cm), un tassement limité du sol et un patinage réduit.
L'existence de vitesses « super lentes » encore appelées « rampantes » est indispensable pour certaines plantations (ex. : poireau) et certaines récoltes.
Enfin, un coupe circuit sur le tracteur permet d'éviter les risques d'incendie, assez fréquents avec les engins âgés.

Pour éviter d'avoir deux tracteurs, un pour le plein champ et l'autre pour les tunnels, il faut un tracteur polyvalent. Dans ce cas, la cabine est exclue parce que trop haute pour entrer dans les tunnels, sauf si les tunnels ont une hauteur appropriée. Il y a alors un difficile compromis à trouver entre la sécurité (arceau obligatoire) et le travail sous abri. La solution consiste en un arceau de sécurité rabattable qui équipe les tracteurs récents mais qu'il faut faire rajouter par un professionnel agréé sur les tracteurs plus anciens. En revanche, les tracteurs très anciens ne disposent pas de points d'ancrage adaptés.



J. Argouarc'h

▷ *L'attelage automatique des outils est intéressant dans un métier où les changements d'outils se font plusieurs fois par jour*

Certains maraîchers équipent leur matériel tracté le plus utilisé d'un dispositif d'attelage automatique pour faciliter les très nombreux changements d'outils. Cela permet un gain de temps, une fatigue moindre et une réduction des risques d'accident.

204105- Folio : q426 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:37
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Transport sur la ferme

**La bennette arrière permet de réaliser à peu près tous les transports sur la ferme.** Elle peut être rehaussée pour un transport volumineux. Certains producteurs en fixent également une à l'avant du tracteur.

Si les volumes à transporter sont plus importants, le tracteur est équipé d'un porte-palette ou d'un lève-palette qui permet d'empiler des pallox de 0,5 à 1,2 $m^3$ et donc de réduire les manutentions pénibles.

Le transpalette à main complète le dispositif dans les endroits inaccessibles au tracteur, le frigo par exemple. Son utilisation exige un sol dur et plan.

**En système légumier, la remorque est le moyen de transport le plus adapté.** Elle peut être spécialisée, comme pour la récolte des choux ou polyvalente, à benne pour la récolte mécanisée des légumes-racines.

**Une bonne brouette ou une petite remorque à bras ou attelée au motoculteur fera l'affaire dans un grand jardin et en maraîchage diversifié individuel.** Les critères de choix sont : hauteur, répartition des poids, qualité des roues...
D'autres matériels comme un diable et différents petits chariots permettent de réduire les manutentions.

**Les caisses en plastique sont incontournables quel que soit le système.** Leur taille est variable, les plus fréquentes mesurent 40 x 60 cm et 20 à 25 cm de hauteur. Elles sont empilables les unes dans les autres lorsqu'elles sont vides, certaines sont même totalement repliables pour gagner encore plus de place. Ces caisses représentent un investissement important et souvent négligé à l'installation. De nombreux lots d'occasions sont régulièrement en vente sur les sites internet spécialisés, attention toutefois à la qualité. Il est également important de les nettoyer (voire de les désinfecter) correctement avant de les utiliser, pour éviter d'apporter sur la ferme, maladies et/ou parasites.

Le port de charges lors du travail sous abris est souvent négligé alors que la manutention peut y être réduite avec du matériel adéquat, comme une brouette étroite permettant de passer dans les allées, adaptée au déplacement de caisses plastique. Les foires et salons horticoles en présentent de nombreux modèles.

204105- Folio : q427 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



J. Argouarc'h

▷ *Ce tracteur est équipé d'une bennette avant, ce qui augmente ses capacités de transport*



J. Argouarc'h

▷ *Un porte-palette sur lequel sont posées des bâches tissées pliées*



J. Argouarc'h

▷ *Un transpalette bien utile dans les endroits inaccessibles au tracteur et pour charger le véhicule*



J. Argouarc'h

▷ *Une brouette adaptée au maraîchage pour le transport des caisses de plants ou de légumes récoltés*



J. Argouarc'h

▷ *Un diable et deux petits chariots bien utiles pour la manutention des caisses*

204105- Folio : q428 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# MATÉRIEL DE CULTURE ET DE RÉCOLTE

## En résumé

*Cohérence, voilà le maître mot qui doit guider le choix des matériels de culture :*

- *Cohérence des outils avec le type de sol : par exemple, une herse étrille sera efficace en sol sableux, beaucoup moins en sol argileux ou limoneux ; pour la charrue cela peut être l'inverse…*
- *Cohérence de la largeur des outils de travail du sol et de récolte avec la largeur de la planche qui dépend elle-même de l'empattement du tracteur.*
- *Cohérence des outils avec la puissance de traction : un tracteur de 30 CV ne suffit pas pour traîner un vibroculteur de 2,50 m de large !*
- *Cohérence de la taille des outils avec la surface à travailler : un semoir pneumatique n'est pas justifié dans un grand jardin (sauf à pouvoir en emprunter un à proximité, par exemple pour le semis des carottes), et un tracteur de 100 CV en maraîchage diversifié individuel est surdimensionné.*
- *Cohérence de la chaîne d'outils de travail du sol : l'outillage de base comprend le gyrobroyeur, le cultivateur, le vibroculteur et un outil de préparation du lit de semence animé par la prise de force (mais pas toujours).*



J. Argouarc'h

▹ *Une motobineuse qui travaille sur une largeur de 50 à 80 cm de large. Elle peut être équipée de roues métalliques afin de tirer un buttoir.*

## En système « grand jardin » : motoculteur et motobineuse

Le motoculteur est adapté à la taille d'un grand jardin (jusqu'à 5 000 m² environ). Son coût en neuf est parfois plus élevé qu'un tracteur d'occasion de 40 à 50 CV. Pour être polyvalent, on doit pouvoir y fixer la charrue, le cultivateur, la bineuse buteuse, la fraise.
La motobineuse, d'un coût bien inférieur, convient jusqu'à 2 000 m² pour broyer les déchets de culture, préparer les planches avant les semis et biner entre les rangs. Certaines disposent même de roues métalliques et d'un buttoir. La motobineuse peut aussi préparer le bord des tunnels lorsque le tracteur n'y a pas accès.

**ATTENTION**

**L'utilisation de ces matériels est assez physique et peut être dangereuse par exemple en marche arrière sur les bords d'un tunnel.**

## Matériel de travail du sol

Le matériel spécifique au travail du sol est détaillé au ▹ **chapitre 1-2** ◃.

## Matériel de broyage

Le broyeur est indispensable pour l'entretien des abords, la fauche des engrais verts, le broyage des fanes de pomme de terre et autres restes de culture. Parfois il peut même permettre de sauver des cultures envahies d'adventices hautes (chénopode par exemple) en le passant juste au-dessus des feuilles du légume, avant un désherbage manuel. En système grand jardin, une simple tondeuse, mais puissante, convient.

204105- Folio : q429 - Type : qINT-20140505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



## Matériel de fertilisation et d'épandage

**La possession d'un épandeur à fumier est rarement justifiée,** en raison des surfaces limitées en maraîchage. Mais si l'on dispose d'animaux et/ou que l'on fabrique son propre compost, l'acquisition d'un épandeur peut se justifier. Dans le cas contraire, il vaut mieux faire appel à l'ETA ou la Cuma.

Un épandeur à engrais porté permet d'épandre les engrais organiques et minéraux (granulés, amendements calciques si la présentation convient) et avec certains modèles, d'épandre le compost (si modèle à fond large et parois quasi verticales). Avec un bon réglage, le résultat est plus régulier qu'un épandage réalisé à la main.

Sous abri mais aussi en plein champ, l'utilisation d'une sableuse s'avère intéressante pour l'épandage du compost (en plus de sa fonction de sableuse pour recouvrir un semis sur rouleau de papier par exemple).



J. Argouarc'h

▷ *Une sableuse d'un mètre de large utilisée pour l'épandage du compost, de certains engrais et du sable*

## Matériel de pose de bâches plastiques et tissées

Poser quelques bâches noires à la main ne demande pas trop de temps, mais pour des surfaces importantes, une dérouleuse est utile. Cependant, le développement des bâches tissées tend à réduire son usage et pousse plutôt à s'équiper collectivement. Une pose soignée évite le désagrément de voir la bâche se soulever en cas de tempête.

Le stockage des paillages plastiques n'est pas une chose facile et multiplier les types de paillages complique d'autant plus cette opération. Plutôt que d'acheter et de stocker différents types de paillages, il est possible d'acheter un seul type de bâche puis de l'adapter à tous ses besoins en autoconstruisant divers outils astucieux pour la percer et faciliter la plantation. Des plans sont disponibles auprès de l'Atelier Paysan :

- **rouleau perceur :** c'est un châssis (tiré ou poussé) avec plusieurs roues sur lesquelles on vient fixer des pointes à l'écartement souhaité. On peut ainsi choisir facilement le nombre de rangs (nombre de roues) et l'écartement entre les plants (nombres de pointes).
- **emporte-pièce :** (▷ **voir photo** ◁)
- **rouleau operculeur :** un rouleau à pousser, muni de plus de 200 « piques » pour une micro-perforation optimale.



J. Argouarc'h

▷ *Cette dérouleuse à bâche plastique fait des planches bombées. Elle est équipée d'un rouleau qui perce la bâche.*



△ *Astucieux emporte-pièce fabriqué par un maraîcher et monté sur un brûleur à gaz*



▷ *Les cultures de ce tunnel ont été plantées en motte sur des bâches tissées percées*

204105- Folio : q430 - Type : qINT-20140505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Ce n'est pas le tout d'installer des bâches, il faut aussi les retirer en fin de culture ou de saison, ce qui peut être long et fastidieux. L'association l'Atelier Paysan * propose des plans d'un modèle de souleveuse à plastique qui permet de déterrer les bords des paillages pour faciliter leur enlèvement.

* ***www.latelierpaysan.org***

## Matériel pour réaliser ses propres plants

Le matériel utilisé pour réaliser semis et plants est décrit au ▹ **chapitre 3-2** ◃.

## Matériel de semis en terre

On distingue trois grands types de semoirs : manuel, mécanique et pneumatique.

### Semoir manuel

Le semoir manuel est indispensable pour tous les systèmes de culture. Il est important qu'il soit d'un poids suffisant pour ne pas dévier à la moindre motte de terre. Le préjudice de semis mal réalisés peut être considérable. Une roue plombeuse réalisant une ligne de semis convexe permet un désherbage précis sans recouvrir le semis. Il existe deux types de semoirs manuels :

- ▹ les semoirs dotés d'une série de plateaux interchangeables en fonction de la grosseur des graines et d'un jeu de pignons entraînés par une chaîne permettant de choisir une densité précise sur le rang,
- ▹ les semoirs dont on règle le débit par le diamètre de trou de sortie de la trémie, les graines étant remuées en permanence par une série de petites brosses entraînées par la roue avant. La distance entre les graines est plus aléatoire avec ce type de semoir.

#### *Une bonne maîtrise du semoir*

*Quel que soit le modèle, la prise en main de cet outil demande un peu de temps. Il est prudent de faire régulièrement des contrôles de densité de semis sur une surface plane. Les graines d'une même espèce peuvent avoir un calibre très différent, ce qui peut entraîner de gros écarts de densité de semis, par exemple en carotte ou en betterave rouge.*

### Semoirs mécaniques

Pour les systèmes maraîchage diversifié et légumier, il est aussi intéressant de disposer d'une série de semoirs mécaniques de même type que les semoirs manuels, montés sur un châssis tracté ou tirés à la main. Ils présentent l'avantage d'une distance toujours identique entre les rangs, propice à la mécanisation du binage, tout en offrant un gain de temps au semis. Du fait du poids du châssis, le semis est mieux réalisé (surtout en terres un peu lourdes).

### Semoirs pneumatiques

En système légumier, voire en maraîchage diversifié, l'utilisation d'un semoir pneumatique permet une grande précision dans le semis. Il est incontournable pour le semis de carotte, navet, radis noir, betterave (en graine enrobée) et tous les légumes pour lesquels on vise une fourchette de calibre étroite et donc une distance identique et précise entre les graines.

204105- Folio : q431 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



L'Atelier Paysan

▷ *Souleveuse à plastique autoconstruite*




J. Argouarc'h

▷ *Semoir manuel bien équipé*



J. Argouarc'h

▷ *Traceur en bois bien adapté au grand jardin. Il permet de tracer trois rangs d'un côté et quatre de l'autre, tout en ayant les repères de la planche précédente et de la planche suivante.*



J. Argouarc'h

▷ *Semoir tracté 3 rangs (existe aussi en mono-rang) pouvant être équipé de différents disques. Un système de pignons permet de régler avec précision la densité sur le rang.*



J. Argouarc'h

▷ *Semoir pneumatique de précision recommandé pour les semis de carotte, navet, radis noir, endive...*

204105- Folio : q432 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Matériel de plantation

Le choix de l'équipement est basé sur l'importance des surfaces à planter et de la variété des espèces. Sur des surfaces limitées et une gamme importante d'espèces de légumes, une planteuse polyvalente convient. Des surfaces importantes d'un même légume justifient un investissement spécifique.

L'utilisation d'un rouleau marqueur est utile pour la plantation manuelle de mottes

**Une planteuse tractée polyvalente de deux ou trois rangs est idéale en maraîchage diversifié.** On peut y fixer selon les besoins :
- ▹ des godets pour les pommes de terre, qui peuvent aussi servir à semer les fèves, les haricots en poquet, les courges, les bulbilles d'oignon...,
- ▹ des pinces à poireaux,
- ▹ des pinces à choux,
- ▹ des pinces à petites mottes.

Un système de pignons interchangeables permet de choisir une distance précise entre les plants. La plantation est régulière même si le planteur est peu expérimenté !

L'utilisation de planteuses spécialisées plus sophistiquées ne se justifie que pour des surfaces plus importantes : planteuse à motte, à pomme de terre, à poireau, etc.



J. Argouarc'h

▹ *Le rouleur marqueur réglable permet de faire les trous pour des mottes de 4 cm*



J. Argouarc'h

▹ *Planteuse polyvalente équipée de godets. Deux types de pinces (16 et 32 éléments) sont visibles en haut*

## Matériel d'irrigation

Le matériel d'irrigation est traité au ▹ **chapitre 1-3** ◃.

## Matériel pour les traitements

La taille de l'appareil de traitement dépend des surfaces et des cultures à traiter :
- ▹ un pulvérisateur à dos de 15 à 20 litres suffit pour un grand jardin,
- ▹ un appareil tracté à rampe est nécessaire en système légumier,
- ▹ en maraîchage diversifié, le choix se discute en fonction des surfaces de légumes dont la protection régulière est nécessaire (mildiou en régions humides et oïdium en zones plus sèches).

Un atomiseur thermique à dos pouvant projeter du liquide ou de la poudre présente un intérêt non négligeable, surtout sous abri en culture palissée.

Ces matériels de traitement demandent un réglage et un entretien réguliers. En effet, la qualité de la pulvérisation et donc l'efficacité de la protection, dépendent fortement du réglage et du bon état de marche de l'outil de traitement. Il est important de les nettoyer très soigneusement après usage et de les entreposer à l'abri du soleil.



J. Argouarc'h

▹ *Planteuse à mini-mottes*

## Matériel de désherbage

**La largeur des outils de désherbage et la largeur de la planche ou de l'interrang doivent être en parfaite cohérence afin de réduire le plus possible le temps consacré au désherbage manuel.**

On classe parfois les outils de désherbage en outils préventifs et curatifs mais cette classification n'est pas précise, plusieurs outils entrant dans l'une ou l'autre catégorie selon le moment de leur utilisation dans l'itinéraire des cultures.

**AVERTISSEMENT**

**Ce paragraphe est volontairement succinct bien que le sujet soit primordial. Pour plus de détails, se référer au tome 3 de ce guide, exclusivement consacré à la gestion des adventices.**

204105- Folio : q433 - Type : qINT-20140505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



J. Argouarc'h

▷ *Désherbeur thermique à main, le chariot pouvant être attelé à un harnais fixé sur les épaules du maraîcher*

## Désherbage thermique

Les appareils injectant de la vapeur dans le sol sont efficaces sur les graines d'adventices mais aussi sur les germes pathogènes. Ils sont de moins en moins utilisés en raison de leur forte consommation d'énergie fossile (sauf avant une culture de carotte ou une pépinière de poireau ou encore en culture de mâche semée ou de jeunes pousses).

Les désherbeurs thermiques à main ou tractés sont moins gourmands en énergie. Un brûleur manuel convient pour un grand jardin. Un chariot traîné portant la bouteille de gaz facilite alors le travail.

## Désherbage mécanique

**Les herses étrilles** d'une largeur de 1,50 m pour travailler par planche ont fait leur apparition il y a une dizaine d'année en système diversifié. Elles sont utilisables sur de nombreuses cultures en feux-semis, en pré-levée ou en post-levée. Leur efficacité est très grande en sol sableux mais plus limitée en terre lourde ainsi que dans les allées (en creux). Il existe des modèles plus ou moins précis quant à l'inclinaison des dents et au réglage de leur agressivité. Dans tous les cas, le passage de la herse étrille se fait au stade plantule des adventices.



M. Conseil P.A.I.S.-IBB

▷ *Bineuse 3 rangs munie de dents étoiles qui permet un léger buttage*

### *Binage ou sarclage ?*

*Le binage consiste à ameublir et aérer le sol par un outil à dents et aussi à désherber. Le sarclage permet de couper les racines des adventices à faible profondeur par un outil à lame.*
*Les « bineuses » tractées devraient être appelées « sarcleuses » lorsqu'on les équipe de lames et non de dents.*

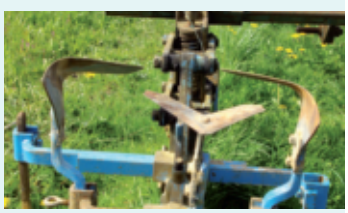


J. Argouarc'h

▷ *Bineuse de précision 4 rangs, munie de disques de protection de la culture*

**Les modèles de bineuses-buteuses tractées sont très nombreux,** depuis le porte-outil sur lequel on fixe des dents, des lames ou des butoirs selon les besoins, en passant par les bineuses guidées par une personne à l'arrière et jusqu'à des outils dotés d'un guidage électronique, assez fréquents en grandes cultures. Certains légumiers sont équipés d'un tracteur spécialisé avec bineuse ventrale et entre les roues ou d'une bineuse frontale (bineuse avant).
Sur une bineuse de base on peut adapter toutes sortes de dents pour biner ou sarcler entre les rangs ou même travailler sur le rang grâce à des doigts bineurs en plastique plus ou moins dur.

**En règle générale, il est préférable d'avoir deux bineuses, une pour les cultures semées et l'autre pour les cultures plantées.** Les réglages se font une fois par an et n'ont pas besoin d'être adaptés à chaque utilisation. On constate un gain de temps important avec ce système.



J. Argouarc'h

▷ *Lames d'un élément de sarcleuse : une lame patte d'oie au milieu et deux lames en équerre sur le côté pour un travail précis sans recouvrir le rang de culture*

204105- Folio : q434 - Type : qINT-20140505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# Outils à main

Ils représentent l'essentiel des outils utilisés en grand jardin, mais toute ferme en maraîchage biologique dispose de son assortiment d'outils manuels, dont les noms varient d'une région à l'autre. **Leur choix répond à des considérations agronomiques, et ergonomiques.**

## Outils à manche court

Pour un travail de précision, un désherbage à genoux avec un outil à manche court est préférable :

- ▹ la petite serfouette munie d'une lame d'un côté et de deux ou trois dents de l'autre permet de désherber entre les rangs et sur le rang,
- ▹ la griffe à manche court est aussi efficace sur le rang mais suppose que les inter-rangs soient désherbés au préalable au plus près de la culture.

## Outils à manche long

La longueur du manche doit être adaptée à la taille du maraîcher pour une bonne position de travail :

- ▹ En sol meuble avec des adventices au stade plantule, le sarcloir à lame permet de réaliser un travail à faible profondeur tout près du rang de la culture. Il en existe de nombreux modèles.
- ▹ Lorsque le sol est tassé ou (et) les adventices assez développées, la houe est plus adaptée.
- ▹ Dans de bonnes conditions, un cultivateur manuel muni de trois ou cinq dents permet un travail rapide et efficace surtout si sa largeur correspond à l'entre-rang de la culture.
- ▹ Quelques outils comme le ratissoir à pousser ou le grattoir muni d'une roue à pointe permettent de travailler debout bien droit et donc de soulager le dos.

Bref, **dans la vaste gamme d'outils manuels existants, il y en a forcément un qui convient parfaitement au travail de désherbage à réaliser dans une nature de sol bien précise et qui combine à la fois efficacité et ergonomie. Cela vaut la peine de consacrer un peu de temps à le rechercher.**
Dans certaines régions, des artisans remettent au goût du jour des outils forgés très intéressants et tombés dans l'oubli.

## Pousse-pousse ou houe maraîchère

Lorsque la surface est plus importante, la houe maraîchère, aussi appelée « pousse-pousse », permet un travail très précis entre les rangs mais est pénible d'utilisation en sol tassé ou trop envahi d'adventices. **C'est un complément très utile à la bineuse tractée. La plupart des maraîchers en sont équipés**.
Il en existe de nombreux modèles. Les modèles dont on peut régler la hauteur des poignées et la largeur de travail sont préférables. A défaut, il est utile de disposer d'au moins deux lames de largeurs différentes, par exemple une de 25 et l'autre de 35 cm puis d'adapter la distance entre les rangs en conséquence.

# Matériel de récolte

Le matériel de récolte nécessaire sur l'exploitation est présenté au ▹ **chapitre 4** ◃.



*J. Argouarc'h*

▹ *Quelques outils à manche court (plantoir artisanal, sarcloir artisanal, petite serfouette très utile pour un travail de précision), et à manche long (binette et houe)*



*J. Argouarc'h*

▹ *Quelques outils à manche long : petite griffe, grande griffe à trois dents, grattoir à roue à pointe, outil à plusieurs dents, houe, grattoir large et grattoir plus étroit. L'outil du centre permet un travail debout bien droit grâce à son manche particulièrement long.*



*J. Argouarc'h*

▹ *Houe maraîchère, ou « pousse-pousse », dont le manche a été rallongé par le maraîcher pour mieux voir le travail réalisé*

204105- Folio : q435 - Type : qINT-20140505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pantone



A. Coulombel

# TRACTION ANIMALE : UN RENOUVEAU PROMETTEUR

**Peu développée à ce jour, la traction animale en maraîchage a de beaux jours devant elle.** L'augmentation du prix des carburants et les problèmes écologiques liés à leur consommation amènent à envisager une nouvelle approche de l'agriculture plus économe en énergie fossile. Nouvelle approche ? Pas vraiment, il n'est pas si loin le temps où la traction animale était majoritaire en France. Elle le reste encore dans de nombreux pays dits « en voie de développement ». Les aspects agronomiques (avantages, inconvénients) et le matériel spécifique à la traction animale moderne sont détaillés au ▹ **chapitre 1-2** ◃.

La traction animale est traitée à part parce qu'elle induit une organisation spécifique de la ferme maraîchère. Elle est parfois complémentaire du tracteur qui reste utilisé pour les gros travaux (décompactage, arrachage des légumes) bien que les outils pour ces travaux existent aussi en traction animale. L'intervention d'un voisin ou d'une ETA pour la reprise du sol en fin d'hiver et sa préparation au printemps est fréquente.

Une gamme assez complète de matériel existe aujourd'hui, grâce à des pionniers, en particulier l'association Prommata[1]. Si le prix de certains outils paraissait excessif il y a quelques années, il est bien plus raisonnable aujourd'hui.

Voici quelques conditions de réussite d'un système maraîcher basé sur la traction animale :

- ▹ être fortement motivé : avant de se lancer, tester sa motivation et ses prédispositions par un stage chez un professionnel équipé,
- ▹ disposer de surfaces suffisantes pour nourrir le ou les animaux,
- ▹ avoir un animal bien dressé, l'objectif étant qu'une personne seule puisse le mener,
- ▹ être compétent dans l'élevage et la conduite de l'animal, en plus des compétences en maraîchage,
- ▹ s'il s'agit d'un cheval, avoir suffisamment de travail à lui procurer pour qu'il ne prenne pas trop de poids.

**Si ces conditions sont réunies, le maraîchage en traction animale n'a rien à envier aux autres moyens de traction et de transport sur la ferme.** Le temps de travail y est supérieur mais l'équipement est moins onéreux. La nécessité de disposer de fourrage peut être perçue comme une contrainte, mais elle permet aussi des rotations intéressantes. Dans de nombreux cas, il vaut mieux commencer avec un tracteur puis effectuer une transition vers la traction animale.

1 - http://www.prommata.com

204105- Folio : q436 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# MATÉRIEL DE PRÉPARATION ET DE VENTE

L'organisation et le matériel nécessaires pour le lavage, calibrage, conditionnement et la vente des légumes sont détaillés au ▹ **chapitre 4** ◃.



J. Argouarc'h

▹ *Panneau de rangement du petit outillage*

# MATÉRIEL D'ENTRETIEN ET DE RÉPARATION

Quel que soit le degré de compétence de chacun dans ce domaine, il est nécessaire de disposer de l'équipement de base afin de réaliser soi-même :
▹ l'entretien des outils,
▹ l'entretien des locaux,
▹ les petites réparations qui évitent une perte de temps lorsqu'on est pressé.

Pour cela un local spécialisé est nécessaire. Il sera plus ou moins important selon la taille de l'exploitation et le degré d'autonomie recherché par le maraîcher.
On y trouve (▹ **voir chapitre 5-4** ◃) :
▹ un lieu de rangement des outils maraîchers à main et du motoculteur ou de la motobineuse,
▹ un panneau vertical de rangement des clés, marteaux, pinces, tournevis, etc.,
▹ l'outillage électrique : caisse à outils, scie, perceuse, tronçonneuse à métal et matériaux, meuleuse, poste à soudure, pompe à graisse, etc.,
▹ l'outillage de plomberie,
▹ un espace suffisamment grand pour y réaliser les réparations et l'entretien à l'abri,
▹ un extincteur.

Les accidents étant fréquents, il est très important de respecter les règles de sécurité comme le port de masque, gants, lunette de protection, chaussures de sécurité, etc. lors des réparations.



J. Argouarc'h

▹ *Panneau de rangement des outils manuels simple à réaliser*

# MATÉRIEL DE BUREAU

L'ordinateur est devenu quasi incontournable avec ses logiciels de comptabilité, de gestion des factures, des fiches de salaire, de gestion du planning de culture, de l'assolement, de la vente des paniers, etc.
La connexion Internet permet de réaliser de nombreuses démarches administratives et d'effectuer des recherches tous azimuts.
Pour être complet, n'oublions pas le téléphone et surtout le fax qui n'a toujours pas été détrôné par internet pour la liaison avec les grossistes au niveau des commandes et des livraisons de légumes.

204105- Folio : q437 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Pour conclure

*La liste des différents types de matériels utiles et utilisables en maraîchage est longue ! Ce chapitre donne quelques indications sur l'équipement indispensable, utile ou superflu, selon les systèmes de production.*
*Cependant chaque exploitation est un cas particulier et ce guide ne peut pas définir la frontière entre un sous-équipement qui pénalise l'efficience de l'atelier et la qualité du travail et un sur-équipement qui rend le coût de mécanisation excessif.*

*Dans tous les cas la dimension collective est avantageuse pour peu que les outils soient disponibles au bon moment.*

# RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**
- Joseph Argouarc'h

**Relecture**
- Blaise Leclerc, Monique Jonis, Marie-Laetitia Melliand, Frédéric Rey, Aude Coulombel (Itab)
- Patrice Muller (CFPPA Courcelles Chaussy)
- Charles Souillot (Gab 22)
- Philippe Meyer (CFPPA Courcelles Chaussy)

204105- Folio : q438 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



# 5-3 CHOIX ET GESTION DES SERRES ET TUNNELS

**La culture sous abri est incontournable dans tous les systèmes qui pratiquent la vente directe tout au long de l'année, quelle que soit la taille de l'atelier.**
**La réflexion sur la proportion d'abris par rapport au plein champ est présentée au ▹ chapitre 5-1 ◃ traitant de l'assolement : 10% d'abris par rapport au plein champ est un minimum dans la plupart des systèmes. Une proportion plus élevée (15%, 20% et plus) permet une très bonne sécurité de production en limitant ou en supprimant les aléas climatiques préjudiciables aux cultures, à condition de disposer d'une bonne protection contre les tempêtes. Lorsque la surface de l'exploitation est insuffisante et ne peut être augmentée, les abris sont une réponse très efficace pour augmenter la production. La production en valeur est environ six fois plus élevée sous abri lorsqu'on y produit toute l'année qu'en plein champ. Par exemple 1 700 m² de tunnels sur une exploitation produiront autant qu'un hectare de plein champ.**

**Le choix et la gestion des abris demandent une réflexion approfondie et plusieurs questions sont abordées dans ce chapitre : Où implanter les abris ? Comment conduire le micro-climat ? Quel modèle choisir ? Comment aborder la gestion de la serre de semis ?**
**Indirectement, il sera aussi question de savoir :**

- **Quelle est la surface d'abri nécessaire en fonction du système de production ?**
- **Achat en neuf ou occasion ?**
- **Vaut-il mieux tendre vers un grand nombre de tunnels de surface restreinte où l'on élève une seule culture à la fois (quand cela est possible !) pour une meilleure gestion du climat et des maladies ?**
- **Faut-il investir dans les modèles de tunnel à bord droit et aération latérale qui sont plus coûteux mais plus faciles d'utilisation, et cultivables jusqu'au bord ?**
- **L'automatisation de l'irrigation est-elle un objectif à court terme? A moyen terme ?**
- **Est-il envisageable de récupérer les eaux de « toiture » de l'abri ?**

204105- Folio : q439 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# QUELQUES DÉFINITIONS

## Abris

En maraîchage, ce terme définit l'ensemble des structures de production qui permettent la création d'un microclimat artificiel favorable à la production de légumes toute l'année, ou durant une période limitée, habituellement l'hiver. Les serres représentent les abris les plus complexes, les tunnels nantais, les plus simples.

## Serres

La serre est un bâtiment avec des fondations bétonnées, une armature métallique et une couverture et des parois en verre. Il en existe peu en maraîchage bio, sauf pour le local de semis ou sur des exploitations anciennement conventionnelles et reconverties à l'agriculture biologique, souvent en circuit long.

## Tunnels

Le tunnel est un local avec une armature métallique et une couverture en plastique transparent d'une épaisseur de 200 microns environ. Il en existe de toutes les tailles depuis le tunnel nantais ou chenillette (quelques dizaines de centimètres de haut) jusqu'à la multi-chapelle double paroi (plusieurs dizaines de mètres de long). En comptabilité, ils sont habituellement classés dans le matériel s'il n'y a pas de fondation enterrée, sinon il s'agit d'un bâtiment.

Schématiquement, on distingue deux types de tunnels, selon leur fixation au sol :
- le tunnel maintenu au sol par la bâche enterrée sur les côtés,
- le tunnel dont les pieds sont enfoncés suffisamment profondément dans le sol pour tenir la structure. Celui-ci présente l'avantage de pouvoir être aéré par les côtés en soulevant la bâche (puisqu'elle n'est pas enterrée). Les tunnels nantais ou chenillettes entrent dans cette catégorie.


J. Argouarc'h

▷ *Un jardin de Cocagne au mois d'avril : la combinaison de tunnels nantais recouverts de voile agro-textile « P17 » et de grands tunnels permet de faire la soudure de la production au printemps, en particulier lorsque le printemps est particulièrement froid et humide*

204105- Folio : q440 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

### *Quelles démarches administratives réaliser avant l'implantation des abris[1] ?*

*Les projets de construction et d'aménagement peuvent être soumis à autorisation administrative selon l'importance des travaux :*

- *Aucune formalité (article R421-2) : si hauteur < 1,80m de haut, mais il arrive qu'un maire refuse la mise en place d'abris pour le seul motif qu'ils détériorent le paysage*
- *Déclaration préalable (article R421-9) : si hauteur entre 1,80m et 4m ET emprise au sol < 2 000m²*
- *Demande de permis de construire (article L421-1) : si hauteur > 4m de haut OU emprise au sol > 2 000m²*

*Si la surface couverte par les serres atteint le seuil de 1 ha, le projet doit en outre comporter une déclaration en préfecture au titre de la Loi sur l'eau (notamment concernant la gestion des eaux pluviales en cas d'orage,* ▷ **voir aussi le Ch. 1-3 sur l'irrigation** ◁*).*

# OÙ IMPLANTER LES TUNNELS ?

Afin d'éviter les déconvenues et tirer le meilleur parti des abris, plusieurs points de vigilance doivent être respectés :

- **La protection contre les vents dominants est impérative,** sous peine de gros dégâts lors des tempêtes. A défaut d'une haie déjà existante ou d'une topographie favorable, il faut investir dans un brise-vent artificiel qui protègera les tunnels le temps qu'une haie végétale remplisse son rôle, ce qui demande entre 10 et 20 ans. Le but est de freiner le vent et non de le stopper, ce qui est impossible. Lorsqu'il rencontre un mur, le vent passe au-dessus et devient plus fort lorsqu'il redescend. Ce phénomène explique que, lors de grosses tempêtes, ce n'est généralement pas le premier tunnel qui est écrasé mais les suivants, le premier jouant le même rôle qu'un mur. Ce phénomène ne se produit pas avec une haie puisqu'elle est perméable et réduit simplement la force du vent.
  La haie doit être suffisamment proche pour assurer une bonne protection mais suffisamment éloignée pour ne pas faire d'ombre aux cultures ni les concurrencer par les racines des arbres de la haie.
- **Les meilleures terres sont à réserver aux abris** en raison de l'exigence de production élevée : terres profondes, riches en humus, sous-sol filtrant, absence de remontée d'eau en hiver, écoulement facile de l'eau en excès. Une pente légère est plutôt favorable car elle permet une meilleure aération et un bon écoulement de l'eau. Dans ce cas, il vaut mieux fixer les rampes de départ de l'arrosage du côté du pignon le plus haut pour éviter les pertes de charges.
- **Une orientation nord / sud des pignons est préférable,** mais non indispensable, pour un meilleur ensoleillement des deux côtés.
- **La proximité de la réserve d'eau est à rechercher** en raison des grands besoins pour l'arrosage des abris mais aussi, lorsque cela est possible, pour récupérer les eaux de toiture de ces mêmes abris.



M-L. Melliand

▷ *Filets brise-vent dans la vallée du Rhône*

*1 - Vérifier la réglementation en vigueur auprès des directions départementales des territoires et de la mer (DDTM) ou mairies (certaines pouvant interdire la construction d'abris dans certaines zones)*

204105- Folio : q441 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# ÉLÉMENTS DE CONDUITE DU MICRO-CLIMAT DES ABRIS

Il s'agit d'analyser les composantes du climat et d'appréhender leur gestion dans les abris.

## Lumière

La lumière joue un rôle primordial dans la photosynthèse. La durée d'ensoleillement va du simple au double ente le nord et le sud-est de la France. Les abris ont peu d'influence sur la quantité de lumière reçue (à condition d'en nettoyer la couverture une fois par an), de même d'ailleurs que les films transparents posés au sol et les agro textiles.
On constate cependant parfois des phénomènes d'étiolement[2] en jours courts, lorsque la couverture des tunnels est sale et/ou lorsqu'on superpose plusieurs couches de protection pour protéger une culture du gel. Mais l'étiolement est aussi dû au fait d'élever des plantes exigeantes en lumière à contre-saison. C'est le cas par exemple lorsqu'on fait germer des tomates en janvier ou février.

L'éclairage artificiel est peu utilisé en maraîchage biologique.

## Vent

Il freine le développement des cultures, augmente l'évaporation et réduit la température (vent du nord et de l'est). L'importance des haies n'est plus à démontrer pour pallier les effets négatifs du vent.
Les abris apportent une protection efficace des cultures contre le vent. La croissance des plantes est alors améliorée ainsi que la précocité.

## Température et effet de serre

L'un des intérêts majeurs des abris est le gain important de température lorsqu'il fait beau grâce aux rayons du soleil. Les films thermiques jouent un rôle comparable mais moins marqué.

Les films plastiques transparents qui couvrent les abris laissent passer le rayonnement solaire qui réchauffe le sol. En retour, le sol émet des rayons infrarouges qui sont emprisonnés par la bâche, retournent au sol et le réchauffent à nouveau. De plus l'abri, lorsqu'il est fermé, empêche l'évacuation de l'air chaud.
Le gain de température est considérable par temps ensoleillé (+20 à +40°C) par rapport à la température extérieure. Une surveillance accrue de la température est nécessaire lorsque les amplitudes thermiques sont très élevées afin d'aérer à bon escient. C'est le cas durant les périodes où les nuits sont froides (les tunnels étant entièrement fermés la nuit) et le soleil déjà haut pendant la journée (mai - juin) afin d'éviter de griller les cultures, les températures pouvant alors dépasser 50°C sur le coup de midi.

Par temps couvert, les rayons du soleil sont arrêtés par les nuages et le gain de température est faible, de l'ordre de 2°C. Il en est de même la nuit. Un abri n'est donc pas suffisant pour écarter tout risque de gelées.

Dans les régions chaudes, il est nécessaire d'ombrer les abris à partir de mai, afin de réduire le rayonnement et donc la température, en appliquant un produit à base de chaux autorisé en AB. Cette pratique, nécessaire dans de nombreuses régions, accélère le vieillissement des bâches de couverture.

2 - *Etiolement : allongement exagéré des tiges des plantules, fragilité des tiges et décoloration*

204105- Folio : q442 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Bien qu'autorisé par le règlement européen sur l'AB, le chauffage systématique en hiver des tunnels n'est quasiment pas utilisé en maraîchage biologique. Des règles pour l'encadrer sont actuellement en discussion au niveau européen.

Le maintien hors gel grâce à un chauffage piloté par thermostat est en revanche fréquent, en particulier pour la serre ou le tunnel de semis.

## Eau

Sous abri on installe généralement un double système d'arrosage : par aspersion et localisé (▷ **voir chapitre 1-3** ◁). Ce dernier permet de maintenir au sec la partie aérienne des légumes sensibles aux maladies cryptogamiques.

**L'installation d'abris nécessite de disposer d'une réserve d'eau suffisante.** Un tunnel de 400 m² consomme de 200 à 300 m³ par an. L'utilisation de l'eau du réseau, si elle peut se justifier ponctuellement, représente un coût excessif sur la durée.
Le fait d'automatiser l'arrosage sous abri permet de gérer l'organisation du travail plus facilement.

## Grêle et neige

La résistance des bâches plastiques permet une bonne protection contre la grêle, qui est un risque majeur dans de nombreuses régions. Attention à l'accumulation de neige sur les tunnels, et aux risques d'écrasement par son poids.

## Humidité de l'air ou hygrométrie

**Une attention particulière est à porter à la gestion de l'humidité de l'air sous abri car elle joue un grand rôle sur la croissance donc le rendement et sur les maladies** (▷ **voir chapitre 2** ◁).

L'hygrométrie est la quantité relative d'eau présente dans l'air. C'est le rapport entre la quantité d'eau réelle et la quantité maximum admissible : elle s'exprime donc en pourcentage. Il faut savoir que le maximum admissible dépend de la température. Plus il fait chaud, plus ce maximum augmente, et inversement quand il fait plus froid. Par temps ensoleillé, l'hygrométrie en plein air se situe à 50-70 %, par mauvais temps à 80-100%.

Le point de rosée correspond à la saturation de l'air en eau sous forme gazeuse. La masse de vapeur d'eau saturante (hygrométrie de 100 %) augmente avec la température. Ainsi à 30°C un air saturé contient :
▷ 3 fois plus d'eau qu'un air à 10°C (eau sous forme de vapeur),
▷ 6 fois plus qu'un air à 0°C,
▷ 30 fois plus qu'un air à - 20°C.

L'hygrométrie influe fortement sur l'ouverture des stomates des feuilles et donc sur la transpiration et au bout du compte sur la production de biomasse.

### Comment gérer l'hygrométrie sous abri?

▷ **Par temps humide (80 à 100 % d'hygrométrie),** les stomates sont ouverts, mais la transpiration de la plante est limitée puisque l'air ne peut absorber beaucoup d'humidité supplémentaire. La montée de la sève brute ralentit. L'élaboration de la biomasse est limitée. Les maladies sont plus fréquentes.
Sous abri, l'humidité augmente vite si l'aération est mauvaise : transpiration de la végétation, irrigation, peu de renouvellement d'air qui se charge d'humidité...

204105- Folio : q443 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**On cherche donc à éviter une hygrométrie trop importante sous abri par une aération suffisante et un arrosage limité dans les périodes peu ensoleillées.** Le choix d'un modèle de tunnel doit tenir compte des possibilités d'aération. Les abris trop longs sans aération latérale ne permettent pas une ventilation suffisante.

- **Entre 50 et 80 % d'hygrométrie,** les stomates sont ouverts, la transpiration est importante, la croissance élevée. C'est donc ce taux que l'on vise sous abri en jouant sur l'arrosage et l'aération.
- **De 20 à 50 %,** les stomates se ferment pour éviter une déshydratation de la plante. Les échanges gazeux sont limités. La croissance est faible. D'où l'intérêt du bassinage (humidification des feuilles) sur certaines cultures par temps très sec (ex. concombre).

L'aération doit donc être bien gérée, sans pour autant provoquer une baisse trop importante de la température en période froide.
Une bonne aération vise aussi à supprimer le plus possible la condensation sur les bâches à l'intérieur des tunnels. Sans compter que le manque de gaz carbonique ($CO_2$) devient également un facteur limitant de la croissance.

D'autres applications en maraîchage tiennent compte de l'hygrométrie de l'air, notamment pour la conservation (▷ **voir chapitre 4** ◁). Pour sécher des légumes en silo ventilé (oignon, échalote, pomme de terre), on insuffle de l'air froid car il contient moins d'humidité que l'air chaud. Par contre pour les légumes-feuilles ou racines qui ont tendance à se déshydrater, on veille à maintenir une humidité suffisante pendant le stockage (froid humide).

# COÛT, CHOIX ET CONDUITE DES ABRIS

## Coût

De manière générale, plus la longueur de l'abri est importante, plus le coût au m² est faible. Pour les tunnels, cela provient notamment du prix élevé des pignons. Mais attention : on peut rencontrer des problèmes de mauvaise aération dans les tunnels très longs. Une longueur de 40 à 50 mètres est un bon compromis, au-delà, il faut disposer d'ouvertures latérales.

### *Exemples de prix de différents modèles de serres et tunnels plastiques*

***Prix indicatifs HT, matériel neuf***

- *Serre verre : ..... 75 à 200 € / m²*
- *Multi-chapelle : ..... 15 à 100 € / m² (hors montage)*
  *..... (100 € pour les multi-chapelles à double*
  *..... paroi et aération en faîtage)*
- *Grand tunnel (6 à 12 m de large) : ..... 10 à 25 € / m² (hors montage)*
- *Tunnel moyen (4 à 5 m) : ..... 4 à 10 € / m² (hors montage)*
- *Tunnel nantais : ..... 1 € / mL*

204105- Folio : q444 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

### Neuf ou occasion ?

Le prix de l'occasion doit se situer très en-dessous du prix du neuf : la bâche de couverture est à remplacer presque systématiquement, le démontage et le remontage demandent plus de temps, des éléments sont à changer (boulons, fils de fer…).
Certaines régions accordent des aides à l'acquisition de tunnels et serres neufs. Par ailleurs, un dispositif national géré par FranceAgriMer subventionne l'achat ou la rénovation de multichapelles pour les agriculteurs adhérents à un groupement de producteurs. Renseignements sur les conditions d'accès et taux de ces aides auprès des Régions et DDTM.



M-L. Melliand

▷ *Le remontage de ce tunnel acheté d'occasion sans notice fut un casse-tête difficile à résoudre*

## Grands et moyens tunnels

### Choix du modèle et montage

Les tunnels neufs sont accompagnés d'une notice de montage détaillée. Pour les tunnels d'occasion, il est utile de numéroter les pièces des pignons avant le démontage, de prendre des photos et de réaliser des croquis, sous peine de passer beaucoup de temps à tâtonner au moment du remontage. Il est conseillé de participer au démontage du tunnel d'occasion pour se familiariser avec son mode constructif.

A l'emplacement du tunnel, le sol doit être nivelé. Une légère pente n'est pas gênante, au contraire, elle permet l'écoulement de l'eau en excès en cas de fuite dans le circuit d'irrigation. Il faut éviter d'ameublir la bande de terre qui portera les poteaux, sinon ils risquent de s'écarter.
Si on veut éviter le désherbage des côtés (intérieurs), il est utile de dérouler une bande de bâche tissée sous les poteaux, un bord étant bloqué par les entretoises reliant les poteaux, l'autre, plaqué dans la tranchée.

#### *Anticiper les évolutions possibles des abris*

*Un jour ou l'autre, de nombreux maraîchers se posent la question du pilotage automatisé de l'irrigation. Il est donc intéressant d'anticiper au moment de l'installation du réseau d'irrigation, en posant des gaines électriques vides qui permettront par la suite d'alimenter facilement des électrovannes en électricité. Ce raisonnement peut aussi valoir pour le pilotage automatique de l'aération.*

### Plastiques pour serres et tunnels

Les tunnels sont recouverts de plastiques spéciaux composés en grande majorité de polyéthylènes (PE), quelquefois mélangés à des polymères d'éthyle-vinyle-acétate (EVA) pour en améliorer les qualités thermiques. Leur épaisseur est d'environ 200µm (0,2 mm).

Plusieurs caractéristiques sont à prendre en compte pour le choix d'un modèle de plastique : la transmission du rayonnement solaire, la résistance mécanique, la thermicité (aptitude à freiner le refroidissement la nuit), etc.

Leur durée de vie peut aller du simple au double entre le sud de la France (moins de quatre ans) et le nord (jusqu'à huit ans et plus), leur vieillissement étant lié à la quantité de rayonnement ultra-violet (UV) reçue. Mais d'autres facteurs interviennent également sur la longévité des films de couverture. Voici quelques recommandations :

204105- Folio : q445 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



Joseph Argouarc'h

▷ *Tunnel d'occasion de 9,30 m de large en cours de montage. Les fils de fer portant la future couverture sont bien visibles.*



Joseph Argouarc'h

▷ *Les tunnels à bord droit à ouverture latérale présentent un triple intérêt :*
- ▹ *accessibilité jusqu'au bord par les outils,*
- ▹ *aération facile par une manivelle,*
- ▹ *grande longueur de tunnel possible*

- ▹ conserver les films dans leur emballage jusqu'à leur pose,
- ▹ les mettre en place par beau temps pour une bonne tension,
- ▹ assurer une bonne aération ,
- ▹ éviter le contact avec certains produits comme le soufre sous forme solide,
- ▹ l'absence de fils de fer de tension sous les bâches améliore également la longévité, c'est possible avec certains modèles de tunnels.

Les films couvrant les tunnels nantais sont beaucoup moins épais (50 µm environ) et ne durent guère plus de deux saisons.

*Si l'utilisation de plastiques, est souvent incontournable, les déchets qu'ils génèrent restent problématiques et il convient de tout mettre en œuvre pour en minimiser l'usage et allonger leur durée de vie. D'importants progrès ont été fait pour le tri et le recyclage des plastiques agricoles usagés et divers programmes de collecte des plastiques agricoles ont été mise en place au niveau des collectivités territoriales et locales, il convient de se renseigner auprès des conseillers agricoles et/ou de la commune où se trouve la ferme. La plupart des déchetteries ne les acceptent pas et il est bien-sûr interdit de les brûler soi-même.*

## Tunnels de taille moyenne : 4 à 5 mètres de large

Les tunnels de 4 à 5 mètres de large sont dotés d'une structure légère, peu coûteuse. Ils sont faciles à déplacer si les bâches ne sont pas enterrées mais leur fragilité limite leur utilisation. **Ils sont réservés aux cultures non palissées / tuteurées.**

## Grands tunnels : 6 à 12 mètres de large

Les tunnels de 6 à 12 mètres de largeur ont une structure plus lourde. Ils sont plus faciles à transporter car les arceaux sont en trois ou quatre morceaux contre un seul pour les tunnels de 4 à 5 mètres. **Ils sont munis de barres de culture horizontales suffisamment solides pour permettre le palissage de toutes les cultures qui le nécessitent** (tomate, concombre...). Le montage d'un tunnel de 400 m² requiert environ 100 h de travail et coûte environ 50 % du prix du tunnel neuf s'il est réalisé par une entreprise. En période d'installation, attention à tenir compte de ce temps de montage dans la planification des activités.
**L'opération la plus longue est la pose et la fixation des fils de fer supportant la couverture.** Il est possible de les supprimer sur certains modèles en posant une bâche d'un seul tenant solidement fixée sur les arceaux des pignons. Dans ce cas l'aération latérale n'est plus possible, de plus les déchirures doivent être soigneusement évitées sous peine de devoir remplacer la totalité de la couverture.

## Conduite de l'aération des abris

**Les températures sous abris dépendent plus de l'ensoleillement que de la température extérieure. C'est donc durant les saisons intermédiaires que la conduite de l'aération demande l'attention la plus grande.**
L'aération des tunnels sans relevage latéral se fait surtout par les pignons : d'abord par les demi-lunes puis par les portes et enfin par l'ensemble. Certains maraîchers laissent même les demi-lunes ouvertes tout le temps sauf par grand froid. Voici les règles très générales d'aération selon les saisons :

▷ **Au printemps,** il y deux risques majeurs :
- ▹ l'excès de chaleur lorsqu'il y a un fort ensoleillement,
- ▹ les gelées lorsqu'il fait froid la nuit (risque présent uniquement pour les cultures fragiles telles que les Solanacées et les Cucurbitacées). C'est donc la saison où il faut être le plus vigilant.

204105- Folio : q446 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

- **En plein été,** les pignons restent généralement grand ouverts jour et nuit. On peut même écarter les bâches dans le milieu du tunnel pour améliorer l'aération si l'on ne dispose pas de dispositif d'aération latérale.
- **A l'automne,** les pignons sont fermés la nuit et ouverts le jour selon l'ensoleillement.
- **En hiver,** les pignons sont le plus souvent fermés sauf par temps très beau et pour la culture de mâche qui demande une bonne aération (éviter la condensation sur les bâches de couverture). On règle la température intérieure uniquement par l'ouverture ou la fermeture des demi-lunes.

Outre les pignons, le maraîcher est aussi souvent amené à relever les plastiques latéraux, ce qui est d'autant plus physique que le tunnel est long. Il est donc important de choisir un système de relevage aisément maniable, y compris par une personne n'ayant pas une grande force physique (système de manivelle à crémaillère, voire électrique).



M-L. Melliand

*Manivelle à crémaillère qui permet de relever sans fatigue les plastiques latéraux*

## Comment bien aérer les tunnels : étapes d'ouvertures selon l'exposition des pignons au vent

### *Toujours commencer par ouvrir le pignon protégé du vent*

| Etapes | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| *Pignon protégé du vent* | *½ lune* | *Petite porte* | *Grande porte* | |
| *Pignon exposé au vent* | | *½ lune* | *Petite porte* | *Grande porte* |

*La fermeture se fait en sens inverse.*

Il est difficile de donner une règle générale d'ouverture car les paramètres climatiques idéaux varient selon les espèces et en fonction du stade de la culture[3].
Les températures supérieures à 40°C sont à éviter. En règle générale, l'ouverture des pignons commence à 18-20°C mais le niveau d'aération va aussi dépendre de l'importance de la végétation (taux d'oxygène) et de l'hygrométrie. Un minimum d'aération est indispensable surtout en période de forte croissance en raison des échanges gazeux plus intenses (forte consommation de $CO_2$ et forts rejets d'$O_2$).

Deux appareils sont très utiles pour gérer le climat sous abri :
- le thermomètre mini maxi,
- l'hygromètre.

Certains producteurs disposent d'un système d'ouverture automatique en fonction de la température, à l'image des serres verres. Dans les exploitations disposant de surfaces importantes d'abris, le pilotage pointu du micro-climat se fait par ordinateur : il combine température, hygrométrie et irrigation.



Joseph Argouarc'h

*Thermomètre mini/maxi. C'est une belle journée de fin d'hiver : la température du moment est de 12°C, le mini descend à - 4°C et le maxi à 26°C.*

*3 - Pour connaître le micro-climat idéal des principales espèces, consulter les ouvrages spécialisés du Ctifl*

204105- Folio : q447 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Avantages et inconvénients des grands et moyens tunnels

Les avantages des tunnels sont très nombreux, au point qu'il est très rare de voir un maraîcher ne disposant d'aucun tunnel. La production est sécurisée et par conséquent le revenu aussi.

| Avantages | Inconvénients |
|---|---|
| ▹ Le gain de précocité atteint un à trois mois<br>▹ La culture de légumes très exigeants en chaleur et craignant le vent est facilitée<br>▹ La production de plants est possible en toute saison<br>▹ La gamme de légumes hâtés permet de réduire le creux de production du printemps<br>▹ Les rendements sont nettement améliorés, les pertes réduites et les légumes présentent mieux<br>▹ La possibilité de lutte biologique par introduction d'insectes auxiliaires dans un espace clos rend la protection contre certaines maladies et parasites plus efficace<br>▹ Les cultures sont protégées contre les petites gelées (- 2°)<br>▹ Les conditions de travail sont meilleures du moins de l'automne au printemps et la quantité de travail est mieux étalée sur l'année | ▹ L'inconvénient majeur sur un plan écologique est le problème de recyclage des bâches plastiques<br>▹ Ils exigent une gestion quotidienne de l'aération matin et soir au printemps et à l'automne<br>▹ Les conditions de travail sous abri peuvent être difficiles en plein été (canicule...) |

## Petits tunnels (ou tunnels nantais, chenillettes)

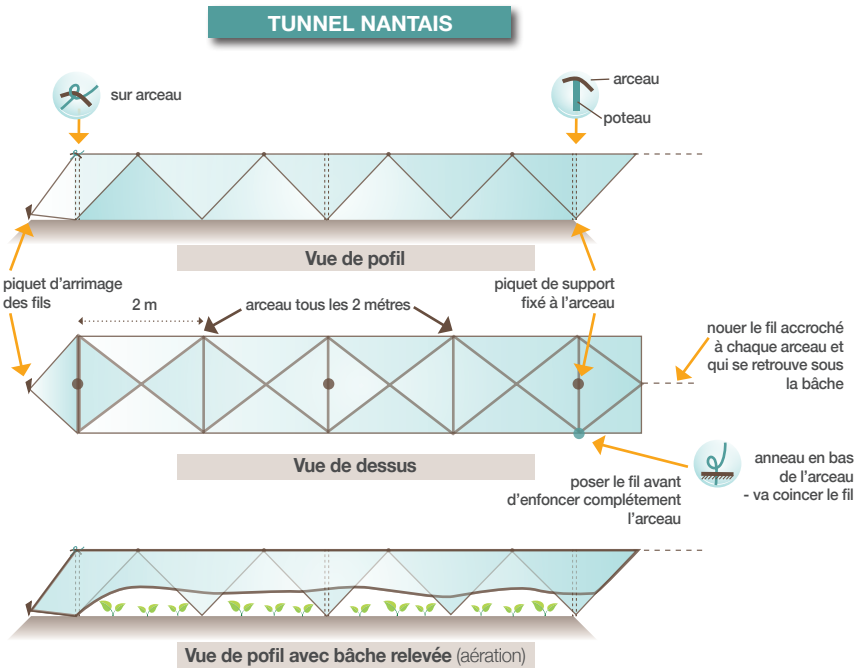
**Le tunnel nantais est surtout utilisé au printemps** pour :
- ▹ les primeurs (navet, carotte, radis, pois, haricot, oignon, etc.),
- ▹ la pépinière de poireaux et de choux,
- ▹ la fraise (étalement de la récolte),
- ▹ le démarrage des cultures d'été ne nécessitant pas de palissage (concombre de plein champ, courgette, cornichon, melon, etc.),
- ▹ apporter une double protection dans les grands tunnels aux plants qui craignent le gel en fin d'hiver et début de printemps (Solanacées, Cucurbitacées),
- ▹ protéger les couches chaudes (▹ **voir chapitre 3-2** ◃).

### Montage d'un tunnel nantais

Il s'agit de petits tunnels légers d'environ 1,20 m de large et 0,50 m de haut. L'armature est constituée de tiges en fer galvanisé, souples, faciles à incurver. Ces tiges sont munies de boucles à 20 cm des extrémités qui doivent se trouver à l'extérieur au moment du cintrage.
La pose des arceaux se fait tous les 2 m, voire moins en zone ventée.

204105- Folio : q448 - Type : qINT-20140505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Figure 1 - Schéma de montage d'un tunnel nantais




Le procédé indiqué sur la ▹ **figure 1** ◃ correspond à une fixation solide. En zone protégée du vent, les piquets de support ne sont pas indispensables et le piquet d'amarrage en bout de rang peut être remplacé par deux arceaux posés en croix et fixés entre eux par une ficelle.

Les bâches transparentes mesurent deux mètres de large. Elles sont fixées par des ficelles croisées entre les arceaux. La pose nécessite obligatoirement deux personnes et il ne faut pas qu'il y ait de vent.

Les bâches peuvent être légèrement enterrées sur les bords. Elles peuvent être pleines ou perforées :

- ▹ pleines, elles assurent une température plus élevée
- ▹ perforées, elles limitent le travail de gestion de l'aération et les risques de surchauffe.

204105- Folio : q449 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Avantages et inconvénients des tunnels nantais

| Avantages | Inconvénients |
|---|---|
| ▹ **Son faible coût,** environ 10 fois inférieur à celui d'un grand tunnel. De nombreux maraîchers les utilisent au moment de leur installation puis investissent progressivement dans des grands tunnels. | ▹ Le temps de travail important : montage, démontage et surtout aération au quotidien. |
| ▹ Son utilisation est très souple : on peut l'installer où on veut puis le retirer rapidement. | ▹ Le volume d'air est très faible d'où une grande vigilance à avoir. |
| ▹ Le gain de température et donc la précocité sont comparables aux grands abris. La possibilité de poser une double couverture (film + agro-textile) permet de gagner au moins 4°C pour se protéger du gel. | ▹ Le désherbage manuel est gêné par les arceaux et les ficelles. Le désherbage mécanique est impossible. |
| ▹ L'arrosage se gère comme en plein champ : l'eau de pluie tombant dans les allées s'infiltre sous les chenillettes par capillarité | ▹ La résistance au vent est faible. |
| | ▹ Beaucoup de déchets : les bâches, de faible épaisseur, sont habituellement déposées en déchetterie afin d'être détruites en usines d'incinération. |

## Tunnel ou serre de semis

Tous les maraîchers disposent d'un local spécialisé ou d'une partie de tunnel pour réaliser les semis sous abri, principalement en hiver et au printemps. Ce sujet est traité plus en détail dans le ▹ **chapitre 3-2** ◃ dédié à la production des plants.

Autrefois, seule la pépinière de plein champ ou sous châssis existait. Puis des techniques issues de l'horticulture ont été reprises en maraîchage en même temps qu'apparaissaient de nouveaux matériels comme la motteuse. La serre ou le tunnel spécialisé s'est imposé afin d'éviter la concurrence avec les tunnels de culture, le remplissage étant au maximum à la même période, en fin d'hiver et au printemps.

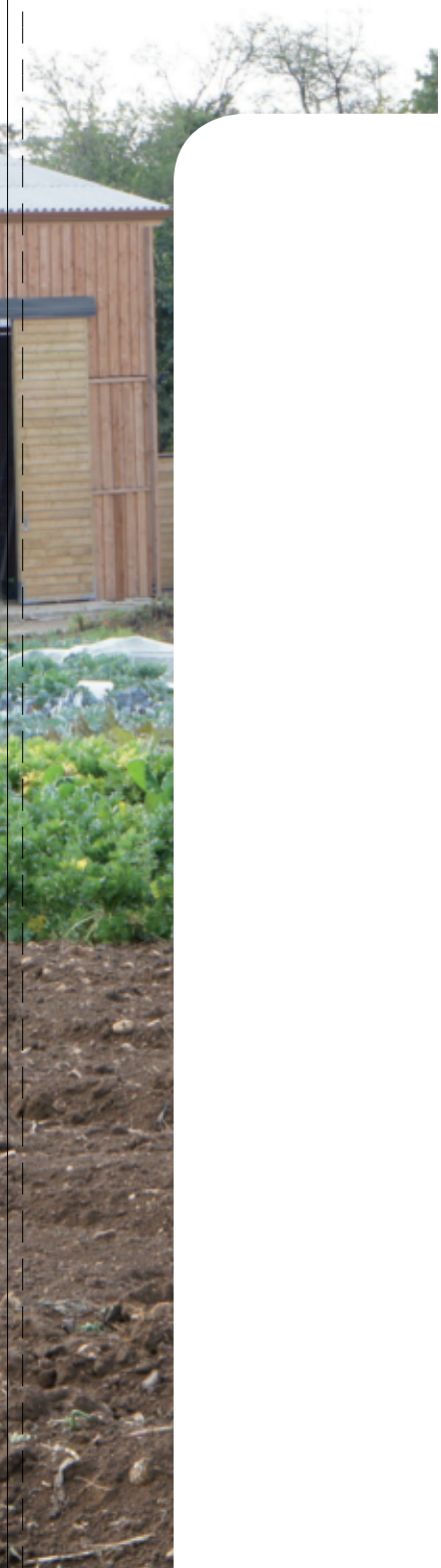
# RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**
▹ **Joseph Argouarc'h**

**Relecture**
▹ Monique Jonis, Blaise Leclerc, Marie-Laetitia Melliand, Frédéric Rey, Aude Coulombel (Itab)
▹ Patrice Muller (CFPPA Courcelles Chaussy)
▹ Charles Souillot (Gab 22)
▹ Jean-Marie Morin (Ministère de l'agriculture réseau Formabio)
▹ Philippe Meyer (CFPPA Courcelles Chaussy)

204105- Folio : q450 - Type : qINT-20410505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# 5-4 CHOIX ET GESTION DES BÂTIMENTS



En maraîchage biologique, les bâtiments représentent très rarement des surfaces importantes. On rencontre même des fermes maraîchères sans bâtiment, un tunnel ou une partie de tunnel recouvert d'une bâche opaque faisant fonction de local. Ce n'est pas pour autant qu'il faut négliger la réflexion sur l'implantation et la conception des bâtiments.

A ce jour, on ne trouve pas de plans-types dont il serait possible de s'inspirer. **Engager une réflexion avec un architecte, bien que peu fréquent pour l'instant, permet de se pencher avec attention sur l'insertion du bâtiment dans le paysage, son implantation et son organisation et donc d'éviter les erreurs grossières.**

204105- Folio : q451 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# LIEU D'IMPLANTATION ET ORIENTATION

Lorsqu'il s'agit d'une reprise d'exploitation, les bâtiments existant déjà, la réflexion se porte sur leur adaptation à l'activité maraîchère. Mais très souvent, il s'agit de créer la nouvelle structure de toutes pièces, y compris le chemin d'accès et les réseaux (électricité, téléphone, eau) dont le coût ne doit pas être sous-estimé.

## Où implanter le bâtiment ?

La première chose à faire est d'établir un plan de situation des différents locaux (tunnels, bâtiment, maison...) et un plan de circulation :

- ▹ l'accès des camions est essentiel à prendre en compte,
- ▹ le bâtiment doit être accessible aisément de tous les côtés, aussi bien pour le tracteur ou l'animal de trait que pour le véhicule,
- ▹ la protection contre les vents dominants est à prévoir.

## Concevoir un bâtiment évolutif

Il est indispensable de prévoir les évolutions possibles du bâtiment : par exemple si l'activité se développe ou si l'on décide d'ouvrir un magasin à la ferme ou encore de s'orienter vers la vente en paniers alors que le marché ou les grossistes étaient le seul débouché jusque-là.

## Privilégier des matériaux écologiques

Dans la limite des ressources financières et de la disponibilité locale, il est souhaitable de privilégier des matériaux écologiques, c'est à dire des matériaux renouvelables et peu consommateurs d'énergie fossile (pour leur fabrication, transport et à terme élimination).
S'il existe peu d'alternatives pour les tunnels, pour les bâtiments on peut envisager une ossature en bois plutôt qu'en maçonnerie traditionnelle. Quant à l'isolation des pièces froides et chaudes, l'usage de sous-produits agricoles comme isolant est de plus en plus répandu (paille de céréales ou de lavande, chènevotte de chanvre, rafles de maïs, selon les régions).

204105- Folio : q452 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# LES DIFFÉRENTES FONCTIONS DES BÂTIMENTS EN MARAÎCHAGE

**La liste des fonctions d'un bâtiment est variable d'une situation à l'autre :**

- L'accueil du public est-il envisagé ?
- Y a-t-il des salariés ? Si oui un vestiaire, une douche et des toilettes sont nécessaires avec une séparation homme /femme (pour plus de détails se reporter au Code du travail sur les installations sanitaires).
- Dans le cas de la vente en circuits longs, des quantités importantes de cageots sont achetés à l'avance, il faut prévoir l'espace pour les stocker. Le stockage est-il prévu dehors ou dans le bâtiment ?
- L'atelier est-il destiné à réaliser un minimum d'opérations d'entretien et de réparations ou à effectuer l'ensemble des réparations ? Sa taille et son équipement dépendent de son usage.
- Le lavage et le parage concernent-t-il beaucoup de légumes ou très peu ? Faut-il le prévoir à l'intérieur du bâtiment ou à l'extérieur ?
- Dans le cas de la vente en panier, il faut prévoir un espace abrité pour la confection des paniers, particulièrement si, comme dans les AMAP, des personnes extérieures à la ferme y participent.

## Bureau / vestiaire

Chez la plupart des maraîchers, le bureau est dans la maison (si elle est à proximité). Les structures importantes disposent d'un bureau (prévoir un accès internet), de vestiaires avec douche et WC et d'un coin repas annexé aux bâtiments d'exploitation. C'est aussi dans le bureau que sont souvent stockées les graines, car elles ne prennent pas beaucoup de place et y sont au sec.

## Atelier d'entretien et de réparation

D'un simple emplacement à un véritable atelier de mécanique, tous les cas de figure existent en maraîchage. Il est intéressant de pouvoir y entrer le matériel à l'abri pour réaliser les opérations d'entretien et de réparation d'où la nécessité d'un espace suffisamment grand. Si on réalise l'essentiel des opérations d'entretien, il est intéressant de disposer d'une fosse mécanique.
C'est dans l'atelier qu'est rangé habituellement le petit matériel thermique ou manuel comme la moto-bineuse, les semoirs, les houes maraîchères, etc.
Un accès facile de l'extérieur est à prévoir. Il est important de le doter d'un extincteur dans la mesure où il y a des risques d'incendie (soudure, meulage) et des produits inflammables (essence pour le motoculteur, la débroussailleuse, l'atomiseur).

## Mise à l'abri du matériel de culture

Les matériels les plus fragiles (cultirateau, semoir pneumatique, planteuse, bineuse, gyrobroyeur, pulvérisateur, remorque, etc.), sont rangés sous un hangar ouvert ou sous un auvent. Un tunnel ou une partie de tunnel peut aussi faire l'affaire pour un coût nettement inférieur à un bâtiment en dur. Le cultivateur et le vibroculteur restent le plus souvent à l'extérieur sans que cela ne pose problème.

204105- Folio : q453 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Stockage des approvisionnements (emballages, produits de traitement...)

Si le bâtiment est doté d'un étage (ou d'une mezzanine), les cageots peuvent facilement y être rangés au sec. La réglementation oblige à stocker les produits de traitement sous clé, dans un espace (qui peut être une simple armoire métallique) exclusivement réservé à cet usage.
Le local de stockage a une surface plus ou moins importante selon qu'il faut ou non y entreposer les cageots. Il n'est pas nécessaire qu'il soit séparé de l'espace de préparation pour la vente.

## Stockage des légumes

Les conditions de stockage idéales sont décrites dans le ▹ **chapitre 4** ◃. Il en ressort que trois ou quatre types de locaux sont nécessaires :

- le stockage à température ambiante, pour les légumes à bulbe (hangar ouvert),
- le stockage au froid (une cave fraîche en sous-sol, un hangar en bois isolé avec de la paille, chambre froide, caisson de camion frigo...), pour les légumes-racines, légumes-feuilles et légumes-fruits,
- le stockage au chaud et au sec, pour les courges (cave ou local bien isolé, voire chauffé, et surtout bien sec),
- le stockage en tas en silo ou en fosse (en extérieur ou abrité sous un tunnel) est également possible pour les légumes-racines.

## Local de préparation pour la vente (lavage, conditionnement)

L'ensemble des considérations à prendre en compte pour le lavage des légumes (aménagement, matériel, qualité de l'eau...) est décrit au ▹ **chapitre 4.2** ◃.
Le tri, le calibrage et le conditionnement se font habituellement dans le même local que le lavage. Le remplissage des paniers demande un grand espace, à prévoir au moment de la conception du bâtiment.

## Local de vente à la ferme

Il peut être conçu comme un bâtiment séparé ou intégré au hangar. Il doit être près du local de préparation et à côté d'un parking. Outre le respect des normes réglementaires d'accueil du public, il est important qu'il soit accueillant.

## Local de protection des pompes contre le gel et la pluie

Un local de protection permet de garder au sec la pompe d'irrigation et de la protéger du gel.

204105- Folio : q454 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# AGENCEMENT DU BÂTIMENT

Une fois définies les différentes fonctions du bâtiment maraîcher selon les attentes propres à chacun, il reste à l'agencer en respectant quelques grands principes.

## La marche en avant

Ce concept permet de rationaliser le travail en organisant le circuit des légumes. Ils entrent à un bout du bâtiment (ou sur un côté) et ressortent de l'autre, chargés dans le véhicule de transport. Dans la mesure du possible l'entrée se fait côté production et la sortie côté route. Ce principe simple permet une économie de trajets, de manutention et donc de temps.

## Un sol en dur et un quai de chargement à niveau du plancher du véhicule

Les zones de stockage et de conditionnement des légumes sont bétonnées pour faciliter le transport par transpalette ou diable, etc. Cela n'est pas indispensable pour l'abri à matériel et le local de stockage des emballages. La réalisation d'un quai de chargement et de déchargement n'est pas difficile à réaliser ni coûteux et il permet de réduire les manutentions.

## Définir la surface des pièces

L'ordre de grandeur de la surface du ou des bâtiment(s) que l'on rencontre pour un maraîcher individuel est de 100 à 200 m². Pour 2 personnes 250 m² suffisent habituellement.
Le stockage des légumes-racines demande environ 3 m² par tonne pour une hauteur en vrac de 1 m maximum.

## Disposer les pièces en fonction de l'orientation

En s'inspirant des principes bioclimatiques appliqués à la construction des maisons d'habitation, on dispose les différents espaces en fonction de la course du soleil.

- Si le lavage et la préparation des légumes se font le matin, le local de préparation à la vente est à prévoir plutôt à l'est afin de bénéficier des premiers rayons du soleil.
- Le bureau et l'atelier, orientés plein sud, bénéficient du maximum d'ensoleillement. Une serre de semis peut éventuellement être collée au bâtiment au sud.
- Le local de vente peut avantageusement être tourné vers l'ouest dans la mesure où les ventes à la ferme se font le plus souvent le soir. Dans ce cas, il faut éviter les grandes surfaces vitrées pour limiter les surchauffes l'été.
- La chambre froide, le stockage des approvisionnements et du matériel de culture peuvent être disposés au nord.

204105- Folio : q455 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



**AVERTISSEMENT**

**En attendant l'édition de plans-types de bâtiments agricoles dédiés au maraîchage, la réflexion proposée ici sur les surfaces des différentes pièces et leur agencement se base sur les pratiques constatées sur le terrain chez plusieurs maraîchers.**

# EXEMPLE DE BÂTIMENT BIEN CONÇU MAIS PERFECTIBLE

## Contexte

Le bâtiment décrit ici se situe sur la ferme B présentée en détail au début de la partie 5. Il est prévu pour 2 UTH. La vente se fait en système paniers (135 paniers/semaine). Ce maraîcher est féru de mécanique, d'où un atelier de grande taille.

Sur la ▹ **photo ci-dessous** ◃, on voit que l'emplacement destiné au fourgon sera creusé de 30 à 40 cm de manière à ce que le quai bétonné soit à la hauteur du plancher du fourgon pour un chargement des légumes et un déchargement des intrants faciles, au transpalette.

## Plan du bâtiment

Le local a été réalisé en deux temps (▹ **voir figure 1** ◃) : d'abord 100 m² (limites oranges sur le plan) puis il a été agrandi de 150 m² pour permettre d'y loger la chambre froide, la chambre pour les courges, un quai d'embarquement et une zone de rangement des véhicules, caisses, etc. Il fait donc aujourd'hui 250 m² (19 m x 13 m).

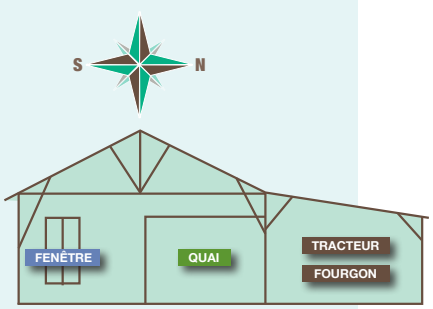
La taille du bâtiment est suffisante pour l'activité actuelle et permet même de faire face à un développement ultérieur de l'activité.

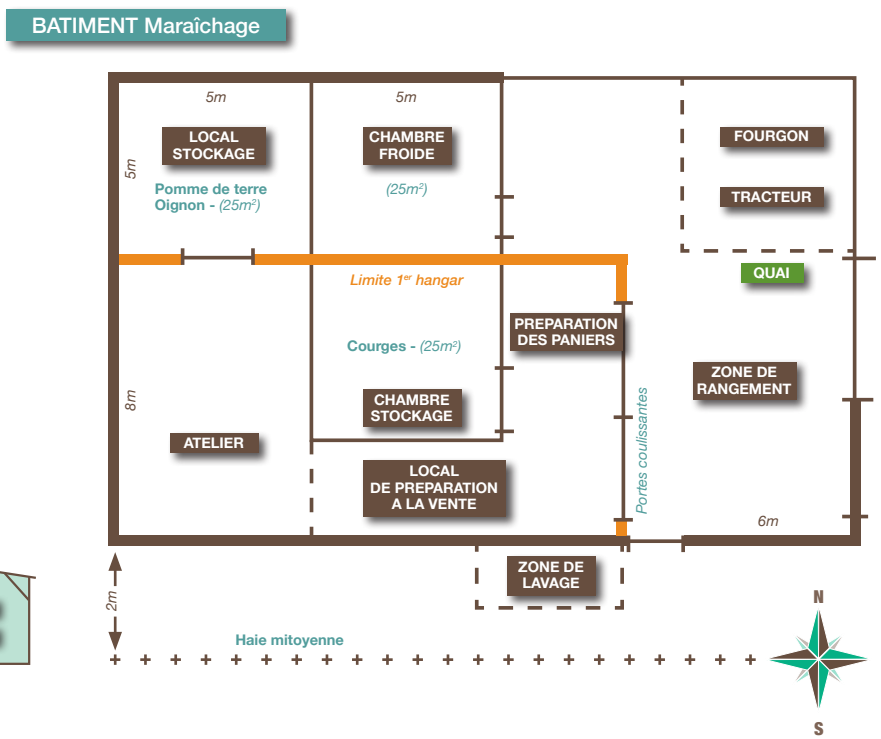
**Figure 1 - Plan d'un hangar maraîcher polyvalent**



*J. Argouarc'h*

▹ *Vue du pignon ouest*



204105- Folio : q456 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Améliorations possibles

Parmi les points négatifs, Hugues Taillandier regrette d'avoir construit le bâtiment si près de la haie mitoyenne (3 m) qui est située côté sud. Du fait de l'ombre portée, il ne profite donc pas du soleil en pleine journée et il n'y a pas d'entrée directe par l'extérieur de ce côté. De plus, l'accès à l'atelier se fait par le local de préparation à la vente, ce qui n'est pas très pratique. De même, l'accès au local de stockage des pommes de terre et des oignons n'est pas facile puisqu'il faut passer par l'atelier. Ce dernier inconvénient est minime car le stockage ne se fait qu'une fois par an.

Voici les améliorations envisagées dans ce bâtiment :

- Stocker les oignons à l'étage au-dessus du local de préparation des paniers pour les séparer des pommes de terre car ces légumes demandent des conditions d'hygrométrie différentes
- Déplacer le bac de lavage situé à l'extérieur afin de dégager le passage pour la circulation des engins côté sud. Il suffirait de l'intégrer à l'intérieur du bâtiment dans la zone de rangement près de la porte. D'ailleurs, ce poste de lavage ne sert presque pas, les légumes n'étant pas lavés sauf exception. La largeur du passage situé au sud n'est pas très importante (3 m) mais peut suffire.
- L'accès à l'atelier se ferait en aménageant une grande ouverture côté sud (afin de pouvoir entrer les engins sans réaliser de manœuvres).
- Fermer le passage entre l'atelier et le local de préparation pour la vente.

# EXEMPLE DE BÂTIMENT MARAÎCHER CONÇU PAR DES ARCHITECTES

## Contexte

Le Gaec le Grillon (Sarthe) est géré par trois associés. Il emploie au total l'équivalent de cinq plein temps salariés, y compris les saisonniers à la période de pointe, soit un total de huit UTH. La production occupe 4 500 m² de tunnels et 4 ha de plein champ. La vente se fait sur trois marchés et à des supérettes bio au Mans.

La taille du hangar, plus de 400 m², est adaptée à l'importance de la structure. Le bâtiment a été réalisé en 2012. Il a été monté en grande partie par une entreprise. Seuls le bardage, l'isolation et les planchers en panneaux de bois ont été installés par le Gaec. Son coût total est estimé à 160 000 €.

## Matériaux utilisés

Le sol est en béton, hormis l'appentis à matériel. La charpente, l'ossature, le plancher de l'étage et le bardage sont en bois. Ce bâtiment est couvert de tôles bac acier et d'une vingtaine de tôles translucides en plastique réparties sur le toit afin d'assurer une bonne luminosité intérieure. Les pièces isolées sont entourées de murs en bottes de paille (moyenne densité) protégées par un enduit.

204105- Folio : q457 - Type : qINT-20140505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



## Orientation

Le hangar est situé à l'entrée d'un bois situé au sud que les associés du Gaec ont voulu protéger. Ce choix a déterminé l'orientation du bâtiment et l'a privé d'une partie de l'ensoleillement possible. L'espace « gestion et convivialité », par exemple, est orienté au nord.

**Figure 2 - Plan de masse du bâtiment du Gaec le Grillon**



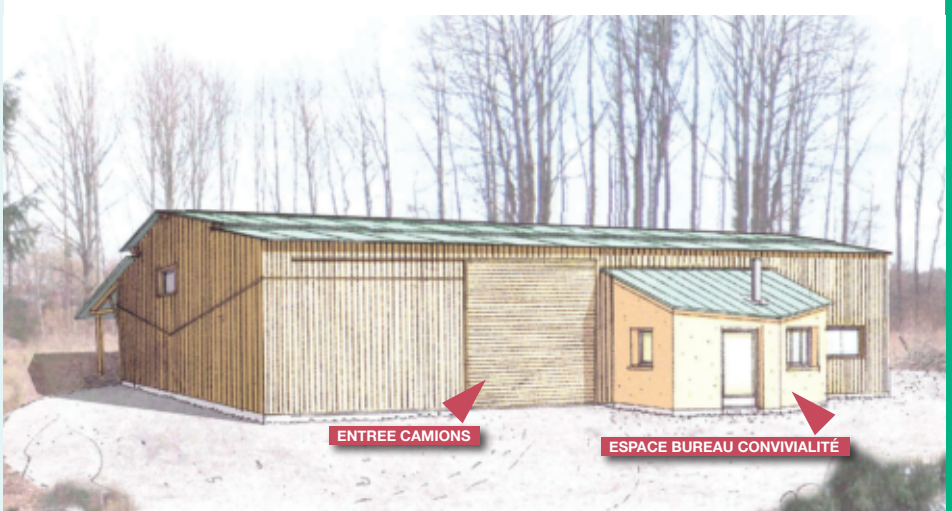

PROJET LOCAL AGRICOLE

GAËC Le Grillon
"Le Grillon"
72110 St Célerin le Géré

PLAN MASSE - P.C Ech : 1/500

*Source : Architecte Christian Langoulant*

**Figure 3 - Vue de l'extérieur**




*Source : Architecte Gäelic Le Guillerm (cabinet Archigraph)*

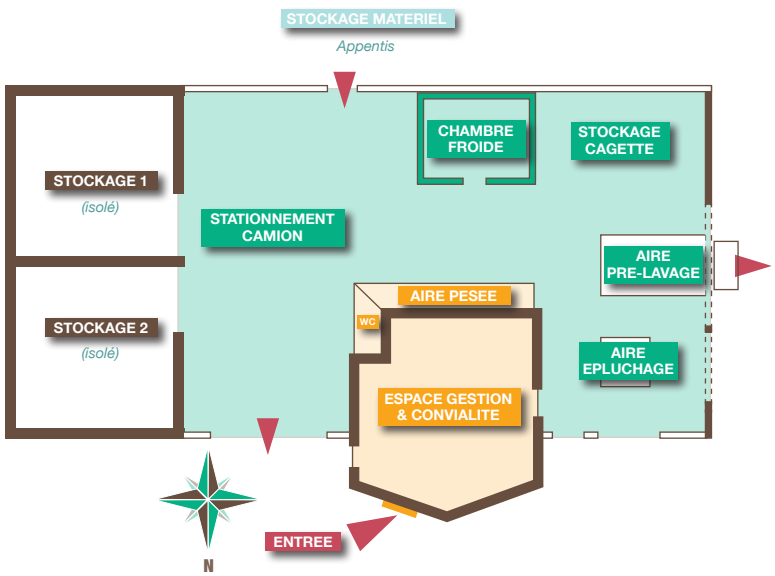
204105- Folio : q458 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Agencement du bâtiment

L'espace « gestion et convivialité » permet d'accueillir une dizaine de personnes à table. Deux locaux de stockage isolés de près de 30 m² chacun permettent de stocker, pour l'un les légumes-racines et pour l'autre les courges. La chambre froide (12 m²) est destinée en priorité à la conservation des légumes frais. Il n'est pas prévu d'y stocker les légumes-racines, le local isolé qui leur est destiné étant suffisamment frais pour une bonne conservation.

Les légumes qui nécessitent épluchage et/ou lavage sont amenés par la porte située au pignon sud-ouest, accessible en tracteur. Une fois préparés, ils arrivent à la pesée. Les autres sont amenés directement à l'aire de pesée par la grande porte située au nord-est. Ils sont ensuite entreposés dans la chambre froide ou dans la zone réservée au stockage des cagettes ou encore à l'arrière de la zone de stationnement du camion.
Il n'y a pas de quai d'embarquement surélevé car le Gaec Le Grillon dispose d'un camion de livraison muni d'un hayon élévateur.

**Figure 4 - Aménagement intérieur et sens de circulation**




*Source : Architecte Christian Langoulant*

# RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**
▹ **Joseph Argouarc'h**

**Relecture**
▹ Monique Jonis, Blaise Leclerc, Marie-Laëtitia Melliand, Aude Coulombel (Itab)

204105- Folio : q459 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# 5-5 ORGANISATION DU TRAVAIL

## QUELLE APPROCHE DU TRAVAIL ?

Dans l'agriculture en général on rencontre deux logiques vis-à-vis du travail. Traditionnellement, travail, vie familiale et vie sociale étaient confondus. L'agriculture étant devenue largement minoritaire, le mode de vie citadin s'est imposé avec une activité professionnelle hors du domicile, ce qui a entraîné une scission entre d'une part le travail et de l'autre la vie familiale et sociale. Aujourd'hui l'agriculture s'est majoritairement calée sur ce mode de vie, d'autant que très souvent le conjoint a une activité salariée. Le maraîchage biologique n'échappe pas à cette évolution.

**Il est difficile d'aborder la thématique « travail » sans prendre parti. L'angle d'approche retenu ici est de considérer que le travail doit être reconnu à sa « juste» valeur sociale et économique.** Les méthodes d'analyse de la durabilité des exploitations agricoles font souvent apparaître de bons résultats environnementaux et sociaux pour le maraîchage biologique (▷ **voir chapitre 6** ◁). Mais sur le plan économique, en particulier au niveau du revenu, la durabilité est souvent fragile d'autant que les horaires de travail peuvent être élevés.

***L'organisation du travail est ici envisagée dans l'optique d'une efficacité suffisante pour :***

*1 ▷ dégager un revenu satisfaisant : le SMIC horaire est un minimum (comme son nom l'indique !)*

*2 ▷ tenir des horaires permettant une vie familiale et sociale comparable aux autres catégories socio-professionnelles.*

Un certain nombre d'agriculteurs privilégient la qualité de vie et / ou un idéal écologique fort (ex. : pas de bâche, de désherbage thermique, de terreau, etc.). Si ce choix est fait en toute connaissance de cause et maîtrisé par le maraîcher, celui-ci fait sans doute partie des pionniers soucieux de préserver les ressources fossiles et/ou des professionnels ayant développé des savoir-faire très pointus, en particulier dans la gestion des adventices. Mais cette voie est extrêmement difficile et ne peut, à ce jour, être conseillée au candidat à l'installation car elle présente un fort risque d'échec et peut entraîner une dégradation de la qualité de vie par une quantité de travail excessive.

204105- Folio : q460 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# DES DIFFÉRENCES IMPORTANTES SELON LES SYSTÈMES

Tout comme l'organisation dans l'espace et le temps (▹ **voir Chapitre 5-1 Assolement et rotations** ◃), la gestion du travail est très variable selon les systèmes de production : grand jardin, maraîchage diversifié et système légumier.

## Organisation du travail en maraîchage diversifié

### *En résumé*

*Malgré des horaires souvent importants, le maraîchage avec vente en circuits courts n'est pas en lui-même synonyme de charge de travail élevée et/ou de faibles revenus, certaines exploitations combinant un revenu élevé avec un temps de travail inférieur à 50 heures par semaine.*

**Le maraîchage diversifié est un système d'une grande complexité qui combine au moins deux métiers, la production et la vente au détail. Tous deux exigent temps et compétence.** Ce système impose la présence d'une gamme importante de légumes, toute l'année ou presque, avec jusqu'à 25 semis - plantations différents pour un même légume (salade, radis, etc.). La production de plants peut être considérée comme un troisième métier car elle demande des équipements et des compétences particulières même si le volume de plants est bien inférieur à celui que produit un pépiniériste professionnel. Quelques maraîchers se lancent aussi dans la transformation des surplus de légumes et petits fruits, ce qui fait un quatrième métier. Or une seule personne peut difficilement réunir toutes les compétences nécessaires.

Cette diversité d'activités peut conduire à des impasses. En effet, la multiplicité des tâches à conduire parfois simultanément peut, outre la surcharge de travail, mener à l'impossibilité de répondre partiellement ou totalement aux engagements pris notamment vis-à-vis des clients.

Un système très diversifié demande une organisation rigoureuse et de la main d'œuvre compétente, sous peine de voir s'accumuler rapidement problèmes techniques puis économiques. Des opérations culturales (semis, désherbage, protection, irrigation, récoltes…) conduites au mauvais moment entraînent une baisse de rendement et/ou de la qualité des produits, voire une perte de récolte, des clients mécontents, une baisse de la qualité de vie, du surmenage voire des accidents….



J. Argouarc'h

▹ *La gestion des semis sur terreau augmente la complexité du maraîchage diversifié*

### Avantages du maraîchage diversifié

- ▹ un métier varié, peu routinier grâce à la grande variété de tâches
- ▹ un rythme calé sur les saisons
- ▹ un travail plus confortable durant la saison froide et humide grâce aux tunnels.

### Inconvénients du maraîchage diversifié

- ▹ une préoccupation de tous les instants, due à la complexité : il faut une très bonne organisation pour l'atténuer,
- ▹ du stress lié à la nécessité de récolter impérativement de quoi fournir un ou plusieurs marchés hebdomadaires, stress aggravé dans le cas de la vente en paniers,
- ▹ des horaires souvent importants (mais pas toujours),
- ▹ un risque de dispersion et de débordement au niveau du travail.

204105- Folio : q461 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



## Point de vue

### Gestion de la main d'œuvre et surcharge de travail en maraîchage diversifié

*« Les maraîchers majoritairement tournés vers les circuits courts ont un plus faible taux d'intensification, Txi[1] (1,33 ha/UTH) que les autres maraîchers enquêtés (3,06 ha/UTH). Cela s'explique par des surfaces moyennes plus faibles et donc un plus petit matériel, mais aussi par une plus grande diversité des tâches, notamment de commercialisation. Aucun des exploitants enquêtés n'est satisfait de sa charge de travail. Ils évaluent leur temps de travail entre 60 et 85 heures hebdomadaire. Pour pallier ce problème, il semble dans la plupart des cas difficile de réduire la charge de travail globale de l'exploitation car les producteurs doivent fournir une diversité et un volume suffisant pour maintenir leur système de vente en circuit court. La solution serait donc d'augmenter le nombre d'actifs par exploitation.*

*Lorsque la trésorerie est insuffisante pour embaucher, l'équilibre est maintenu grâce à la main d'œuvre familiale bénévole. 55 % des enquêtés comptent sur cette aide qui représente pour eux 15 % de la charge totale de travail. Cette aide est précaire car le plus souvent assurée par les parents retraités ou les enfants en âge de scolarisation, elle ne peut donc représenter une solution durable.*

*A l'inverse, 30 % des exploitants disposent de trésorerie suffisante et recherchent une personne qui les seconderait et leur permettrait ainsi de déléguer certaines tâches ; mais ils ne trouvent pas de personnel qualifié prêt à s'investir sur le long terme. Le choix d'un associé semblerait être une solution mais elle n'est pas envisagée par les producteurs enquêtés.*

*Dans les deux cas, il semble que le déficit de main d'œuvre soit un frein majeur à l'équilibre du système de production »*

*Source : Demarque F. année 2010 « incidences des systèmes de commercialisation sur le fonctionnement technique des exploitations maraîchères en plaine du Roussillon » (mémoire d'étude SUPAGRO)*



J. Argouarc'h

▷ *Parcelle d'artichaut plantée en carré en système légumier afin de faciliter le binage mécanique dans les deux sens*

## Organisation du travail dans le système légumier

**Le producteur légumier adhérent à un groupement de producteurs n'a qu'un seul métier : produire ;** la vente étant confiée au groupement. Par contre un producteur indépendant peut passer beaucoup de temps en négociation avec les grossistes, la dimension vente prenant alors une grande importance.
Le nombre de légumes est généralement assez limité (souvent moins d'une dizaine). Cela permet une conduite pointue et spécialisée de chaque itinéraire technique.

Les surfaces étant plus importantes, une certaine mécanisation est possible ainsi qu'une bonne maîtrise des adventices à l'image des techniques utilisées en grandes cultures. La mécanisation permet aussi des gains de temps au niveau de la récolte et de la préparation pour la vente.

**Le système légumier permet donc généralement un bon rendement tout en limitant la quantité de travail.**

1 - *Taux d'intensification (Txi) : total de surface en légumes de plein champ additionné de la surface sous abri multipliée par six. Txi = ha PC +(ha SA x 6). Il s'agit d'un indicateur conçu par les ADEAR, des associations d'appui à l'installation émanant de la Confédération paysanne.*

204105- Folio : q462 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Yellow

## Avantages du système légumier

- une organisation du travail en général moins complexe,
- pas d'obligation de vendre toute l'année,
- une maîtrise technique plus facile et tout à fait réelle, à tel point que le chiffre d'affaires à l'hectare serait à peine plus faible que celui du maraîchage diversifié malgré des prix de vente deux à trois fois moins élevés,
- les tâches de désherbage, récolte, calibrage, conditionnement, manutention, sont pour partie mécanisées.

## Inconvénients du système légumier

- un travail qui peut être très routinier,
- du stress au quotidien pour tenir les délais de livraison et des périodes de pointe imprévisibles liées au climat pour certaines productions,
- des prix pouvant fluctuer de manière importante, source d'insécurité financière.

204105- Folio : q463 - Type : qINT-20140505 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# TEMPS DE TRAVAIL ET GESTION DE LA SAISONNALITÉ

## Identification des tâches

En maraîchage, on peut distinguer neuf groupes de tâches :
- ▹ préparation du sol, fertilisation, pose du paillage,
- ▹ semis, plantation,
- ▹ soins aux cultures (palissage, taille, désherbage, traitements, arrosage...),
- ▹ récolte,
- ▹ stockage,
- ▹ préparation pour la vente,
- ▹ vente et/ou livraison,
- ▹ entretien, réparation,
- ▹ administration, gestion.

Dans cette liste, **les seuls travaux d'astreinte (qu'on ne peut reporter) sont la préparation pour la vente et la vente elle-même ou la livraison.** Par exemple, un maraîcher seul qui fait deux marchés par semaine y passe un minimum de 4 h de récolte et préparation plus 7 h de marché soit en tout (4 h+7 h) x 2 = 22 h, soit déjà près d'un mi-temps.

Le ▹ **tableau 1** ◃ montre la répartition des tâches en fonction du système de production (attention, l'échantillon étudié est relativement faible : 14 exploitations réparties en trois groupes).

**Tableau 1 - Comparaison du travail dans 3 systèmes de production - vente (échantillon de 14 exploitations)**

| Caractéristiques moyennes des exploitations | Vente directe *Exploitation individuelle* | Vente directe *Exploitation collective* | Vente en gros et demi-gros |
|---|---|---|---|
| SAU (ha) | 4,8 | 7,5 | 26,5 |
| Surface en maraîchage (ha) | 1,35 | 2,76 | 19,95 |
| Plein champ (ha) | 1,27 | 2,6 | 19 |
| Sous abri (m²) | 800 | 1 600 | 9 500 |
| Taux d'intensification des cultures (Txi)* | 1,9 | 3,6 | 24,7 |
| Nombre moyen de légumes cultivés | 34 | 20 | 20 |
| **Temps de travail** | | | |
| UTH | 1,25 | 2,1 | 4 |
| Txi /UTH | 1,5 | 1,7 | 6,2 |
| Moyenne d'heures de travail / UTH | 2 506 h/an *Soit 48h/semaine (hors congés)* | 2 220 h/an *Soit 43h/semaine (hors congés)* | 2 080 h/an *Soit 40h/semaine (hors congés)* |
| **Répartition du temps de travail par type de tâches** | | | |
| Travaux de culture | 31 % | 31 % | 33 % |
| Récolte conditionnement | 21 % | 34 % | 60 % |
| Commercialisation | 27 % | 28 % | 5 % |

*Source : Etat des lieux et collecte de références technico-économiques en maraîchage biologique sur l'Ille et Vilaine – Mémoire Hélène Orvoën 2009 Agrobio 35*

**Txi = ha PC + (ha SA x 6)*

204105- Folio : q464 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

Ce mémoire de stage met en évidence des différences importantes en termes de temps de travail : 8 heures de moins par semaine en système vente en gros qu'en maraîchage diversifié individuel alors que la surface cultivée par personne est quatre fois plus élevée. Quant aux travaux, ils s'équilibrent entre les trois grands groupes de tâches en maraîchage diversifié, tandis qu'en circuit long, les travaux de récolte – conditionnement dominent largement.

# Répartition des activités sur l'année

## Répartition des activités sur l'année en maraîchage diversifié

### ▷ En plein champ

La fertilisation et la préparation du sol se font essentiellement au printemps, le plus tôt possible pour réaliser un maximum de faux semis. Les semis et plantations s'échelonnent selon les régions à partir de la fin de l'hiver et jusqu'à l'automne avec une pointe au printemps.

Les principaux soins aux cultures concernent la gestion des adventices, la protection contre les maladies et les ravageurs, l'irrigation. Les soins aux cultures commencent au printemps et se terminent en fin d'été (c'est bon signe si c'est le cas) ou à l'automne. Ce sont eux qui provoquent pour l'essentiel la période de pointe estivale.

Les récoltes et la préparation pour la vente (▷ **voir chapitre 4** ◁) se font à mesure des besoins pour la vente en saison. En région à climat doux, les légumes-racines peuvent passer l'hiver en plein champ, avec, au besoin, une protection par un voile thermique, mais si les légumes sont rentrés, cela engendre généralement moins de pertes et les conditions de travail sont meilleures. Dans les zones froides, les légumes sont obligatoirement stockés à l'abri (à l'exception des poireaux et des choux qui peuvent rester en jauge).

### ▷ Sous abri

L'utilisation des abris est maximale en hiver et au printemps. Dans certaines zones du sud de le France, ils peuvent même être vides en été (ou cultivés en engrais verts).
Dans le nord et l'ouest de la France, les saisons ont beaucoup moins d'influence sur les activités sous abri. Les légumes poussent presque toute l'année, les adventices aussi... A l'est, la rigueur hivernale entraîne un arrêt de la végétation et donc une forte réduction du travail.
La taille et le palissage sont des activités plutôt gourmandes en temps à une période de pointe de travail en plein champ.

### ▷ Commercialisation

En maraîchage diversifié, les ventes ont lieu toute l'année avec toutefois des variantes. En zone touristique, les ventes augmentent fortement durant l'été. Ailleurs, en particulier dans les villes non touristiques, il y a au contraire un creux de vente en été. Le planning de production doit en tenir compte.

### ▷ Autres tâches

Les travaux d'entretien, de réparation et d'administration - gestion sont plutôt concentrés sur la période creuse, c'est-à-dire en hiver.

204105- Folio : q465 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Répartition des activités sur l'année en système légumier

Tous les cas de figure sont possibles, depuis une répartition des tâches par saison comparable au maraîchage diversifié lorsque les productions sont nombreuses et que les ventes ont lieu toute l'année, jusqu'à une division de l'année en deux périodes très différentes. La ferme E, une exploitation légumière très spécialisée présentée en détail au début de la partie 5 en est un exemple caractéristique :

- ▹ de mai à août, 94% du temps est consacré à la production (hors récolte),
- ▹ de septembre à avril, 90% du temps est consacré à la récolte et au conditionnement.

Cette répartition permet une simplification de l'organisation du travail et une meilleure disponibilité dans le suivi des cultures au printemps et en été.

# ANALYSE DU TEMPS DE TRAVAIL SUR QUATRE EXPLOITATIONS RÉELLES

Les quatre exemples qui suivent (un en maraîchage diversifié en vente directe, un autre en grand jardin et deux en système légumier peu diversifié avec vente en circuit long) permettent une analyse concrète de la gestion du travail.

Ces exemples « performants » ne doivent pas faire oublier que de nombreux maraîchers travaillent 60 – 70 heures par semaine en pleine saison...

**ATTENTION**

**Ces exemples ne représentent pas l'ensemble des exploitations maraîchères. Ils ont été choisis en raison de leur bonne maîtrise du temps de travail et du revenu correct dégagé. Leurs résultats économiques sont présentés plus en détail dans le ▹ chapitre 6 ◃.**

## Gérer la saisonnalité et le temps de travail en système diversifié

Comme tous les métiers liés à la terre, le maraîchage est fortement soumis aux saisons. Le recours aux tunnels atténue un peu la saisonnalité mais celle-ci reste très forte. Voici deux exemples permettant d'analyser différentes organisations du travail et façons de gérer la saisonnalité.



J. Argouarc'h

Pays de la Loire

**CAS-TYPE FERME B**

**Une exploitation maraîchère avec vente en Amap**

Pas plus de 50 h par semaine, même en période de pointe

B

La ferme B est présentée en détail au début du ▹ **chapitre 5** ◃.
Les horaires de travail des différentes personnes sont les suivants :

- ▷ le maraîcher :
  - ▹ de mars à octobre : 10 h par jour du lundi au vendredi en règle générale (50 heures/semaine),
  - ▹ de novembre à février : 8h30/jour sur 3,5 jours (30 h/semaine),
  - ▹ deux semaines de vacances par an,

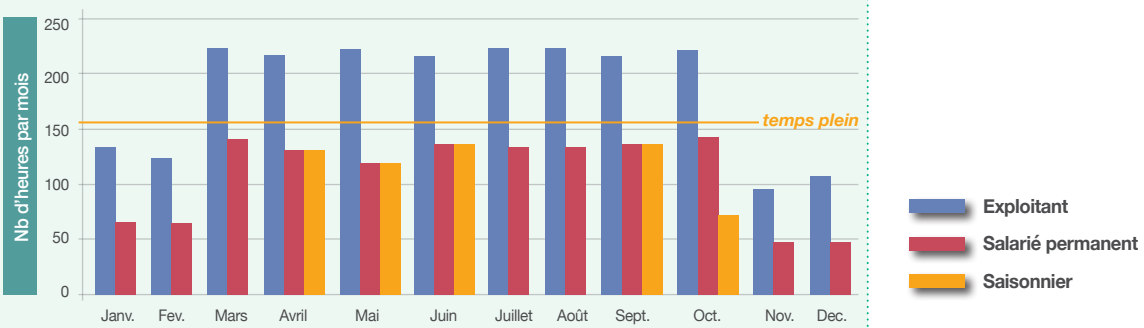
204105- Folio : q466 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

- un salarié permanent à plein temps (35 h/semaine) de mars à octobre et mi-temps de novembre à février,
- un salarié saisonnier (35 h) d'avril à juin et de septembre à mi-octobre,
- quelques stagiaires en formation chaque année (non comptabilisés).

Soit un total de 4 070 heures ou 2,05 UTH.

**L'analyse du travail sur la ferme B met en évidence l'importance de la fluctuation des besoins en main d'œuvre sur l'année et une bonne maîtrise des horaires de travail.**

**Figure 1 - Répartition du travail par mois et par personne sur la ferme B** (3 personnes pour 2,05 UTH)




Les mois les plus creux s'étalent de novembre à février. Les périodes de pointe vont d'avril à juin puis de septembre à mi-octobre. La période creuse se prolongera désormais en mars puisque le producteur a décidé d'acheter ses plants en motte en début de saison (avril seulement).
Juillet et août ne sont pas trop gourmands en temps (ce qui n'est pas courant) en raison d'une bonne maîtrise préventive des adventices.
Un salarié permanent permet de faire face durant les mois intermédiaires. Un saisonnier couvre les besoins supplémentaires durant les deux périodes de pointe.
**Ainsi ce maraîcher ne travaille guère plus de 50 h par semaine, même en période de pointe.**

Les facteurs de gain de temps sur la ferme B sont :
- le désherbage manuel fortement réduit grâce à l'utilisation de bâches tissées et à la réalisation de trois faux semis par désherbage thermique,
- une installation d'irrigation complète, automatisée sous abri.

## *Une étude menée en région Centre sur le temps de travail*

*Cette fluctuation saisonnière du temps de travail est confirmée dans les grandes lignes par des études dont celle réalisée par la Chambre régionale d'agriculture du Centre.*
*Il s'agit d'une moyenne sur 15 exploitations maraîchères totalisant 1,7 UTH en moyenne sur l'année : l'exploitant et des travailleurs saisonniers à partir de mars et jusqu'en octobre.*
*La quantité totale de travail varie de 1 UTH de novembre à février pour atteindre 2,5 UTH en juin, juillet et août.*
*Toujours dans cette étude, les maraîchers concernés ont évalué à 360 h le temps de désherbage sans utilisation de bâches contre 120 h seulement en utilisant des bâches, soit trois fois moins de temps. La plus grande partie du désherbage ayant lieu durant les trois mois d'été, le bâchage des cultures permet donc une économie de près d'un mi-temps salarié de juin à août.*

*Source : J-M. Blanvillain. Janvier 2011. Focus économique. CRA du Centre*

204105- Folio : q467 - Type : qINT-204105 13:43:38
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



J. Argouarc'h

Bretagne

**CAS-TYPE FERME A**

## Un grand jardin de 5000 m² à temps partiel avec vente en magasin

### Maîtrise des périodes de pointe

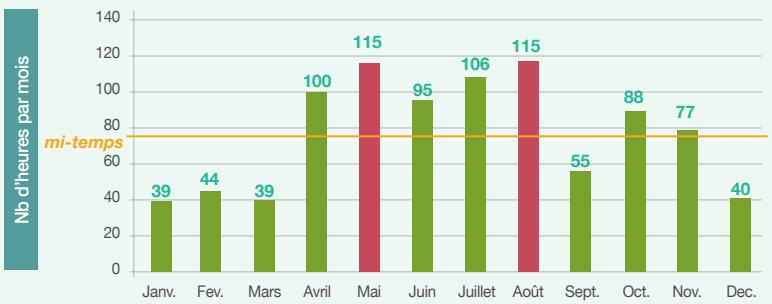
**Voici une autre approche de la maîtrise des périodes de pointe en système grand jardin. Ce système présente trois intérêts :**

- il peut représenter une solution pour ceux qui veulent combiner le maraîchage avec une autre activité professionnelle ou simplement travailler à temps partiel,
- le risque de débordement est limité, même en combinant la production avec une activité salariée, même si les périodes de pointe peuvent exiger de travailler le samedi en été,
- les investissements sont limités.

**Les horaires de travail sont les suivants :**

- 30 h par semaine en mai et août
- 20 à 25 h les autres mois
- 10 h de décembre à mars, essentiellement préparation pour la vente et livraison
- 4 semaines de vacances par an (en septembre et en hiver). Tous les légumes sont rentrés avant l'hiver (excepté les poireaux) ce qui explique l'importance du travail à l'automne.

**Figure 2 - Répartition du travail par mois sur la ferme A (une personne à 0,4 UTH)**




En première année, le temps de travail total a représenté 910 heures (y compris le travail administratif et le travail fourni au voisin en échange du prêt de tracteur). L'année suivante, le temps de travail devrait descendre et se situer à 800 h environ grâce à des économies sur différents postes :

- plantation mécanisée des pommes de terre : 18 heures économisées,
- buttage tracté : 20 h économisées,
- achat des plants de poireau : 32 h économisées,
- tri plus rapide des pommes de terre : 30 heures économisées (tri très long en 2011 en raison des dégâts occasionnés par les nombreux taupins, la parcelle étant restée en herbe depuis 17 ans).

La réflexion est engagée pour descendre à 700 h en troisième année en travaillant sur le poste désherbage. En effet, aucun paillage n'est utilisé pour l'instant. La plus grosse activité de désherbage manuel a concerné les oignons et les échalotes, cultures qui concurrencent peu les adventices. L'utilisation d'un paillage permettrait de gagner environ 70 heures (sur un total de 83 h consacrées au désherbage pour ces deux cultures) pour 1 100 m² de culture. La pépinière de poireau (150 m²) a demandé 30 heures de désherbage manuel. Ces deux postes permettraient une économie potentielle de 100 heures.

204105- Folio : q468 - Type : qINT-204105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# Gérer la saisonnalité et le temps de travail en circuit long

En circuit long les contraintes ne sont pas les mêmes. Il est possible de gérer la saisonnalité autrement. Les deux exemples présentés n'ont pratiquement pas de période de pointe. Par contre, leur organisation est très différente quant à la répartition des tâches sur l'année : la première exploitation commercialise toute l'année, la seconde seulement sur la période hivernale.



Bretagne

**CAS-TYPE FERME F**

## Une exploitation légumière de plein champ et sous abri en circuit long

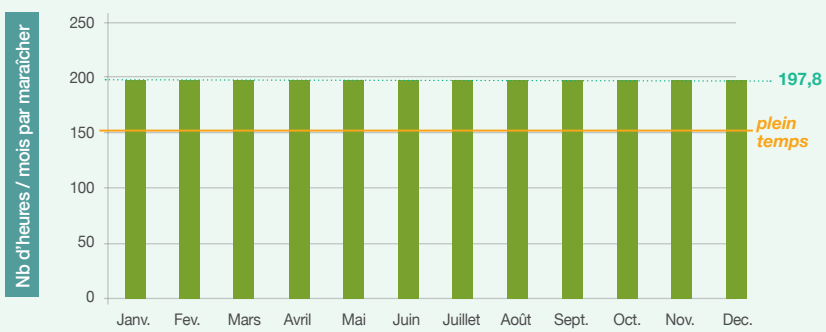
Des horaires réguliers sur toute l'année

F

Sur cette exploitation légumière de 7 ha de légumes de plein champ et 4 000m² de tunnels avec vente en circuit long (un seul grossiste), les deux maraîchers ont des horaires réguliers toute l'année. Ils travaillent 8h30 par jour du lundi au vendredi et 4h le samedi matin, soit 46 h par semaine.

L'organisation est bien rodée sur cette exploitation. Elle est prévue de façon à ce qu'il n'y ait qu'un à trois légumes à commercialiser en même temps, exceptionnellement quatre ou cinq (▷ **voir chapitre 5-1 le planning de culture de cette exploitation tableau 9** ◁).

**Figure 3 - Répartition du travail par mois et par personne sur la ferme F, exploitation légumière de 7 ha de légumes plein champ et 4 000 m² de tunnels, Côtes d'Armor (deux maraîchers)**




**Les horaires de travail sont identiques tout au long de l'année (46 h/semaine), ce qui est rare même en système légumier.** Il y a bien sûr quelques périodes un peu plus chargées sur des temps courts.

Cet exemple permet d'appréhender la différence avec le maraîchage diversifié, où les besoins en main d'œuvre varient énormément selon les saisons, avec une quasi-obligation de main d'œuvre d'appoint sur la période de pointe. Ici les producteurs ont voulu une régularité sur l'année. L'équipement n'est pas très important en dehors d'une laveuse à tambour pour les légumes-racines.

204105- Folio : q469 - Type : qINT-204105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



J. Argouarc'h

▷ *Culture de pommes de terres primeurs à récolter en avril et début mai sur une exploitation légumière*



Basse-Normandie

**CAS-TYPE FERME E**

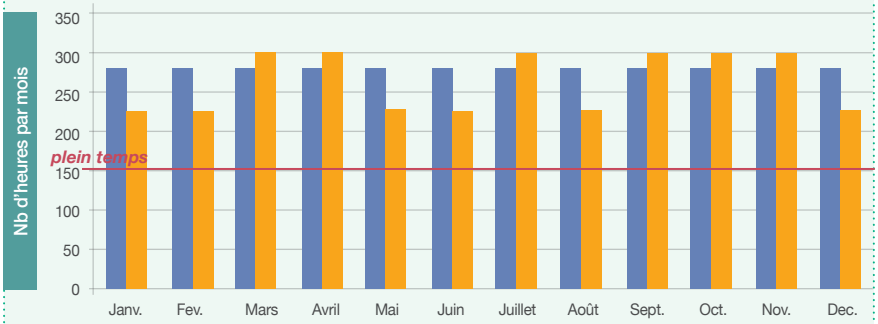
## Une exploitation légumière de plein champ en circuit long

### Des horaires élevés toute l'année

Cet exemple correspond à la ferme E présentée en détail au début de la partie 5.

Les horaires de travail sur l'exploitation sont :
- ▷ l'exploitant : 65 heures par semaine toute l'année, 6 jours sur 7
- ▷ un salarié à plein temps
- ▷ un salarié à trois-quart temps en moyenne : à mi-temps la moitié de l'année, à plein temps l'autre moitié.

**Figure 4 - Répartition du travail par mois et par personne sur la ferme E.**




On se rend bien compte sur ce graphique que le maraîcher travaille quasiment autant à lui tout seul que ses deux salariés réunis.

La quantité de travail sur cette exploitation est quasi uniforme sur l'année. La relative période de pointe du printemps est due à l'implantation des cultures, celle de juillet au désherbage, en particulier sur les 4 ha de carotte, et celle d'automne aux récoltes, stockage et préparation à la vente. L'emploi d'un salarié à temps variable selon les mois permet de couvrir les besoins au plus près.

**Sur cette exploitation légumière de plein champ, l'année est divisée en deux périodes très différentes :**
- ▷ **avril à septembre : mise en place et soins aux cultures**
- ▷ **septembre à avril : récolte, stockage, conditionnement et livraison.**

Schématiquement, les travaux des champs occupent la belle saison et l'hiver se passe en bonne partie dans le hangar à la préparation des commandes. Ce découpage et le faible nombre de légumes permettent de se consacrer pleinement à l'itinéraire technique de chaque culture en temps et en heure. La stratégie de gestion des adventices, des maladies et des parasites doit être sans faille.

En contrepartie de cette stabilité horaire, la diversité du travail est limitée : des journées entières, voire des semaines, sont consacrées au désherbage manuel ou au lavage – tri- conditionnement. La monotonie du travail est compensée par une certaine tranquillité d'esprit.

Les résultats économiques de cette exploitation permettraient l'embauche d'un autre salarié ou une association, si l'agriculteur souhaitait réduire son temps de travail et prendre plus de vacances.

204105- Folio : q470 - Type : qINT-20140505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# COMMENT MAÎTRISER AU MIEUX LE TEMPS DE TRAVAIL ?

C'est la combinaison de moyens structurels et d'une grande rigueur dans l'organisation du travail qui sont les garants d'une bonne maîtrise du temps de travail.

## Moyens structurels à mettre en place

Les moyens structurels à mettre en place sont les suivants :

- **Choisir un système de commercialisation adapté au volume de production** et permettant une maîtrise du temps qu'on y consacre : un maraîcher individuel ne peut se permettre de faire trois marchés par semaine sans pénaliser le suivi de sa production.
- **Limiter sa gamme de légumes au moins au début de son installation et / ou répartir les tâches par une organisation collective.** Celle-ci peut prendre plusieurs formes :
  - association de type GAEC ou autre
  - embauche de salariés permettant une certaine spécialisation
  - entraide
  - répartition de la gamme de légumes entre producteurs
  - délégation de la production de plants
  - commercialisation collective formalisée dans le cadre d'un Groupement d'intérêt économique (GIE), d'une AMAP à plusieurs producteurs, ou informelle avec des éleveurs, des paysans boulangers, des arboriculteurs, etc. sur de petits marchés qui sinon ne permettraient pas de valoriser le temps passé par la vente des seuls légumes d'un producteur.
- **Donner une place importante et bien raisonnée aux tunnels.** Ils permettent un certain étalement du travail sur l'année et de bonnes conditions de travail en hiver.
- **Choisir une surface de plein champ qu'on peut maîtriser.** Cette surface est en lien étroit avec l'équipement en matériel de culture. Ainsi un maraîcher équipé seulement d'une moto-bineuse témoigne de son incapacité à gérer, outre ses 900 m² de tunnels, plus de 4 000 m² de plein champ.
- **Installer une irrigation opérationnelle, peu gourmande en temps,** pour ne pas devoir déplacer des tuyaux sans arrêt, ni réparer de fuites sur le réseau. L'automatisation est intéressante si la surface sous abri et/ou de plein champ est importante.
- **Disposer d'un équipement en rapport avec le volume de production,** avec une attention particulière pour le matériel de travail du sol, de gestion des adventices, de tri, de lavage, et de manutention.
- **Avoir des locaux fonctionnels** réduisant les parcours et les manutentions.
- **Recourir à une main d'œuvre saisonnière en période de pointe.** La meilleure façon de faire face à la période de pointe estivale est, dans la plupart des cas, un recours à des saisonniers.

**ATTENTION**

**L'embauche d'un salarié saisonnier, et à plus forte raison permanent, demande une productivité importante : le coût annuel d'un salarié à plein temps est d'environ 22 000 €, charges patronales comprises (vérifier auprès des CER le coût en vigueur). Or le chiffre d'affaires moyen par UTH est de l'ordre de 30 000 €. Ce n'est pas suffisant pour rémunérer un salarié à plein temps tout en faisant face aux charges opérationnelles. Dans ce cas c'est le revenu du producteur qui sera amputé. Les exemples sont nombreux où le producteur, qui travaille nettement plus, dispose d'un revenu plus faible que la personne embauchée !**

204105- Folio : q471 - Type : qINT-204105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## Une organisation du travail rigoureuse

Ces moyens structurels représentent une base indispensable mais ne suffisent pas pour bien gérer son temps de travail. Le reste est une question d'organisation :

- **Etablir un assolement et des rotations simples et clairs** (▷ **voir chapitre 5-1** ◁).
- **Elaborer un planning de culture annuel prévisionnel par semaine avec le souci de grouper les opérations identiques** (▷ **voir chapitre 5-1** ◁).
  Par exemple, il est utile de réaliser tous les semis de la semaine le même jour (idem pour les plantations, le travail du sol, etc).
- **Enregistrer le planning effectivement réalisé,** et noter les excédents et déficits de légumes selon les périodes afin d'ajuster d'une année sur l'autre.
- **Mettre en œuvre un itinéraire technique focalisé sur la gestion préventive des adventices** afin de réduire au strict minimum le désherbage manuel (▷ **voir tome 3 de ce guide** ◁). Ce point est fondamental. La combinaison de faux semis, de bâches au sol, du désherbage thermique et d'interventions précoces et fréquentes avec des outils tractés (herse étrille, bineuse de précision) ou manuels (houe maraîchère...) selon la surface, est nécessaire. Cela exige d'être disponible exactement au bon moment. Dans le cas contraire, le retard s'accumule durant la période de pointe, les autres tâches ne sont plus faites à temps et ce cercle vicieux ne prend fin que tard à l'automne. Outre le stress, les pertes de production et le travail supplémentaire occasionnés, cela réduit la période de récupération hivernale du maraîcher. Même si la décision est difficile à prendre, il ne faut pas hésiter à détruire une culture trop envahie par les adventices.
- **Produire des légumes de fort calibre,** tout en restant en adéquation avec la demande des consommateurs. Par exemple, le rendement horaire de la récolte et du conditionnement manuels de la carotte au champ peut varier de 20 à 100 kg par heure selon la taille des racines et l'importance des adventices. Il en est de même pour la plupart des légumes. Cela suppose une bonne maîtrise du semis et une gestion rigoureuse des adventices.
- **Analyser son organisation et l'améliorer en permanence.** Un regard extérieur est utile à cet exercice d'analyse des circuits de circulation, de manutention, des postures de travail.

Et plus globalement, il est indispensable d'avoir des échanges réguliers avec ses pairs et des techniciens (groupe d'échange local de maraîchers, conseiller technique, conseiller de gestion...) pour avoir toujours une réflexion prospective sur les pistes d'amélioration de son système.

### *En résumé*

*En matière de charge de travail, à chacun de choisir sa stratégie en connaissance de cause. La combinaison de moyens structurels et de techniques éprouvées et d'une réflexion approfondi sur l'organisation du travail permet de dégager un revenu satisfaisant pour un temps de travail raisonnable.*

204105- Folio : q472 - Type : qINT-20140505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

# COMMENT RÉDUIRE LA PÉNIBILITÉ DU TRAVAIL ET LES RISQUES PROFESSIONNELS ?

La profession de maraîcher ne fait pas partie des professions les plus dangereuses. Cependant, comme toutes les autres, elle connaît son lot de maladies professionnelles et d'accidents. **En maraîchage, les TMS (Troubles musculo-squelettiques) représentent près de 90 % des maladies et sont en augmentation.** Ces TMS affectent en particulier les poignets, coudes, épaules, le dos et dans une moindre mesure les membres inférieurs.

Quelques règles simples permettent de réduire fortement la pénibilité du travail et de limiter les maladies professionnelles :

- **Varier les activités et donc les postures,** par exemple alterner les activités manuelles et la conduite du tracteur ou la vente.
- **Travailler à bonne hauteur et plus généralement aménager les postes de travail.** Cela suppose, en particulier, de pouvoir régler la hauteur des tables de lavage ou de tri en fonction de la taille des personnes (▷ **voir photo** ◁).
- **Apprendre les gestes et postures qui soulagent le dos :** une formation dans ce domaine n'est pas un luxe. On peut même inventer certains outils pour s'économiser le dos comme une planche à roulette permettant de s'asseoir à deux pour désherber (▷ **voir photo** ◁), une remorque où l'on peut s'allonger pour désherber à hauteur pendant que le tracteur avance ou encore un « traine-fesse » qui permet de planter tout en étant assis sur une plateforme tractée (▷ **voir www.latelierpaysan.org** ◁).
- **Travailler à genoux pour le désherbage manuel et les récoltes.** Le désherbage manuel est en grande partie une activité spécifique à l'agriculture biologique, il représente de nombreuses heures sur l'année. Le réaliser à genoux permet de garder le dos droit et donc de le préserver. Mais ce sont alors les genoux qui risquent d'en souffrir. Pour éviter cela, on peut mettre des genouillères, s'agenouiller sur une planche de natation en mousse qu'on déplace au fur et à mesure ou encore porter un pantalon muni de pochettes dans lesquelles on glisse des coussins en mousse très légers qui ne gênent en rien les mouvements.
- **S'adonner à d'autres activités physiques** favorables à la détente musculaire et / ou disposer d'une barre d'étirement pour détendre les muscles en fin de journée.
- **Limiter les horaires** car la fatigue entraîne une baisse de l'attention qui peut provoquer des accidents d'inattention et elle favorise les TMS.
- **Respecter le rythme des saisons.** Il est primordial de se reposer et refaire le plein d'énergie en hiver car démarrer le printemps en état de fatigue préjuge d'une année difficile.
- **Porter des équipements de protection adaptés au risque** (masque, casque pour les oreilles, chaussures de sécurité, gants...).
- Trouver une solution satisfaisante au difficile problème des **arceaux de sécurité sur les tracteurs** (▷ **voir chapitre 5-2** ◁).



*J. Argouarc'h*

▷ *Travailler à hauteur adaptée à la taille de la personne : le maraîcher a posé des caisses vides sur la table pour travailler à bonne hauteur, le dos bien droit*



*Adabio*

▷ *Planche à roulettes pour désherber à plusieurs en ménageant son dos*

204105- Folio : q473 - Type : qINT-20041005 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Yellow

# RÉDACTION ET RELECTURE

**Rédaction**

▹ **Joseph Argouarc'h**

**Relecture**

▹ Marie-Laëtitia Melliand, Blaise Leclerc, Monique Jonis, Aude Coulombel (Itab)

▹ Jean-Marie Morin (Ministère de l'Agriculture, réseau Formabio)

▹ Christophe Cardet (CDDL 49, Chambre d'agriculture du Maine-et-Loire)

204105- Folio : q474 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pantone

# CHAPITRE VI
# Résultats technico-éco



204105- Folio : q475 - Type : qINT-204105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

**QUELQUES DONNÉES ÉCONOMIQUES EN MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE** ..... **476**

**6-1 DES RÉFÉRENCES TECHNICO-ÉCONOMIQUES EN MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE** ..... **477**

- INTÉRÊTS ET LIMITES DE L'APPROCHE PAR LÉGUME ..... 477
- PRIX ET RENDEMENTS EN MARAÎCHAGE DIVERSIFIÉ ..... 478
- DONNÉES TECHNICO-ECONOMIQUES PAR CULTURE EN CIRCUIT LONG ..... 480

**6-2 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES DE DIFFÉRENTES EXPLOITATIONS** ..... **483**

- QUELQUES INDICATEURS DE GESTION ..... 483
- ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES EN MARAÎCHAGE DIVERSIFIÉ ET EN SYSTÈME « GRAND JARDIN » ..... 485
- ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES EN SYSTÈME LÉGUMIER ..... 491
- ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES EN STRUCTURE D'INSERTION (JARDINS DE COCAGNE...) ..... 495
- ANALYSE COMPARATIVE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES DES CAS-TYPES ..... 496

**6-3 RÉFLEXIONS SUR LA DURABILITÉ DU MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE** ..... **500**

- QUELLES MÉTHODES POUR ANALYSER LA DURABILITÉ DES FERMES ? ..... 500
- APPLICATION DE LA MÉTHODE DU RAD AU CAS-TYPE N°2 : MARAÎCHAGE DIVERSIFIÉ INDIVIDUEL ..... 501

- SOURCES ..... 505
- RÉDACTION ET RELECTURE ..... 505

204105- Folio : q476 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

# QUELQUES DONNÉES ÉCONOMIQUES EN MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE



M. Conseil/IBB-P.A.I.S.

Quel résultat un candidat à l'installation peut-il attendre de l'atelier de production qu'il envisage de développer? Quels objectifs réalistes peut-il se fixer en termes de revenu, de qualité de vie, de temps de travail, sans oublier la dimension qualité des produits et respect de l'environnement (qui doivent aller de soi en agriculture biologique) ? Et quels moyens doit-il mettre en œuvre pour les atteindre? Ce ▹ **chapitre 6** ◃ apporte des éléments de réponse à ces questions au travers des cas-types présentés.

Des références technico-économiques sont publiées dans plusieurs régions de production et aussi au niveau national. Le ▹ **chapitre 6-1** ◃ en présente quelques-unes en système diversifié et en système légumier.
Le ▹ **chapitre 6-2** ◃ analyse les résultats économiques de quelques exploitations maraîchères dont la plupart ont déjà été présentées dans le ▹ **chapitre 5** ◃. Elles ont été choisies en raison de leur diversité, le but étant de couvrir le plus possible de systèmes représentatifs des ateliers de légumes bio.

Enfin la pérennité ou durabilité des systèmes maraîchers est analysée dans le ▹ **chapitre 6-3** ◃ sous les angles économique, social et environnemental. Cette approche permet d'engager une réflexion sur les choix stratégiques de l'exploitation maraîchère et les pistes d'amélioration.

**AVERTISSEMENT**

**Les données économiques existantes en maraîchage biologique sont éparses et régionalisées. En l'absence d'analyse économique globale au niveau national, le parti pris de ce guide est de présenter quelques exemples réels et variés, mais il faut se garder de toute généralisation.**

204105 - Folio : q477 - Type : qINT-19-04-05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bleu Cyanoma

# 6-1 DES RÉFÉRENCES TECHNICO-ÉCONOMIQUES EN MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE

De plus en plus d'organisations professionnelles régionales et nationales s'intéressent au maraîchage biologique et diffusent désormais **des références de rendement, de prix de vente, de marge brute et de temps de travaux pour les principaux légumes, à la fois en circuits court et long.**

Ces données proviennent des Gab et Civam Bio, des organisations de producteurs, des fédérations régionales et autres structures chargées de promouvoir l'agriculture biologique, de l'Itab, des Chambres d'agriculture et bientôt sans doute des centres de comptabilité-gestion, dont on attend les premières études de groupe.

## INTÉRÊTS ET LIMITES DE L'APPROCHE PAR LÉGUME

### En système légumier

**L'approche par légume est essentielle en système légumier afin de réaliser une analyse de gestion à partir des marges par culture.** Le faible nombre de légumes le permet. L'analyse de ces marges, surtout si les temps de travaux sont enregistrés, permet une connaissance fine de chaque légume sur le plan économique, en particulier sa marge brute, ses temps de travaux et son prix de revient.

Quelques groupements de producteurs biologiques utilisent depuis quelques années le prix de revient comme base dans les négociations avec les grossistes (en incluant le travail salarié ou exploitant au tarif d'environ 15 € par heure, soit le coût total de l'heure salariée).

### En maraîchage diversifié

Cette approche par légume est aussi fréquemment utilisée dans l'élaboration des projets d'installation en maraîchage diversifié ou pour établir un prévisionnel économique annuel. Mais elle mène fréquemment à des déceptions, voire à de graves difficultés au bout d'un an ou deux, en raison d'une surestimation du chiffre d'affaire et une sous-estimation du temps de travail. Si cette approche est malgré tout utilisée en maraîchage diversifié, elle doit absolument être complétée par une comparaison avec des maraîchers en place et par l'étude des débouchés potentiels.

**AVERTISSEMENT**

**En système diversifié, avec un nombre élevé de cultures (> à 12 - 15), les indicateurs de gestion traditionnels (temps de travail; produit, marge brute, etc.) ne sont pas toujours très utiles, c'est pourquoi ils ne seront pas détaillés dans ce guide. Ce n'est pas ainsi que le maraîcher diversifié raisonne. D'où la présentation de cas - types dans le ▹ chapitre 6-2 ◃ permettant d'élaborer un projet d'installation en se calant sur un modèle existant.**

**Par contre, en système légumier ou lorsqu'il y a une organisation collective permettant une répartition des cultures entre plusieurs producteurs, ou encore lorsque la gamme est réduite à une dizaine de légumes pour la vente sur le marché, cette approche par culture peut trouver tout son sens.**

204105- Folio : q478 - Type : qINT-20410505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

En vente directe, l'analyse détaillée des coûts de production et des temps de travaux peut se limiter aux légumes essentiels pour le chiffre d'affaires : gamme pot-au-feu, ratatouille et salades.

L'exploitation de ces données en maraîchage diversifié rencontre des limites. En effet le nombre de légumes est trop important pour permettre un raisonnement culture par culture. D'ailleurs **ce n'est pas le critère de marge brute par culture qui est prédominant dans le choix des cultures. C'est plutôt leur intérêt commercial et la nécessité de disposer d'une large gamme en vente directe.**

L'atelier entier sert de support à l'analyse de gestion. Parmi d'autres critères, la répartition de la production entre le plein champ et les abris doit servir de base à l'analyse.



J Jouanneau/Gab 44

▷ *En système légumier, l'approche par légume est essentielle afin de réaliser une analyse de gestion à partir des marges par culture*

# PRIX ET RENDEMENTS EN MARAÎCHAGE DIVERSIFIÉ

## Rendements et prix de vente au détail

Il est difficile de donner un prix de vente moyen de chaque légume, sachant que des variations importantes interviennent selon le lieu, les périodes et le mode de commercialisation. Il existe néanmoins quelques observatoires permettant de se faire une idée générale des prix pratiqués.
Deux sites internet répondent à ce questionnement :

- ▷ www.terre-net.fr : ce site référence les cours pour les fruits et légumes bio,
- ▷ www.snm.franceagrimer.fr : site officiel du ministère de l'Agriculture qui compile plusieurs marchés bio (Paris, province, import, magasins spécialisés, détail, expédition).

A ce jour, les données les plus complètes publiées sur les rendements et les prix de détail proviennent de Sud & Bio (Association Interprofessionnelle du Languedoc Roussillon qui remplace la FRAB Languedoc-Roussillon[1]).

A priori, il y a peu de différences de rendement entre régions, excepté pour les cultures de plein champ exigeantes en chaleur dont la culture est aléatoire dans les régions à forte pluviométrie au printemps et en été (fort risque de mildiou et température insuffisante), c'est à dire l'aubergine, le poivron, la tomate, le melon, etc.

**Les prix varient sans doute plus selon le contexte local que par grande région.** Dans une même région, un marché citadin à population plutôt aisée ou un marché à dominante touristique affichent des prix bien supérieurs à ceux d'un marché rural. Des références sont disponibles auprès des organismes de conseil.

## Prendre des marges de sécurité dans ses calculs

**Il est conseillé de réduire les rendements de référence proposés de 20 à 50% au moment de l'installation pour prendre en compte certaines incertitudes liées au projet :** qualité de la terre, terre en friche ou en prairie depuis longtemps (présence de taupin et autres ravageurs), débouchés, faible expérience, surcharge de travail due à l'addition des travaux d'installation et des travaux de culture, etc.



J. Argouarc'h

▷ *En maraîchage diversifié, le nombre de légumes est trop important pour permettre un raisonnement culture par culture*

**ATTENTION**

**Les données indiquées sont des moyennes. Les écarts peuvent être très importants aussi bien pour les rendements que les prix. Leur utilisation pour élaborer un projet d'installation demande une adaptation au contexte local.**

*1 - « Référentiel technico-économique, le maraîchage en vente directe » 2009 : www.sud-et-bio.com*

204105- Folio : q479 - Type : qINT-20410505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Plus tard, en année de croisière, une réduction de 10 à 20% des produits dans le budget prévisionnel annuel est raisonnable, de manière à anticiper les imprévus climatiques, sanitaires, commerciaux, etc.

## Produit par mètre carré

Le produit par m² est la résultante de la multiplication du rendement par le prix. Si on veut établir des comparaisons entre légumes, ce critère doit être pondéré par la durée de culture. Le produit par m² d'un poireau est comparable à celui d'un radis botte mais sa durée de culture est de cinq à dix fois supérieure.

Ce critère du produit par m² n'est pas utilisé pour choisir les cultures à mettre en production mais, à la marge, pour s'interroger sur l'intérêt de l'une ou l'autre culture. Leur présence dans le plan de culture peut être remise en cause si, en plus d'un faible produit, elle présente d'autres inconvénients comme le risque de maladie, un temps de travail élevé ou encore un itinéraire technique délicat (levée aléatoire, concurrence forte des adventices, etc). Les cultures du haricot vert, du brocoli, du petit pois, de l'endive peuvent entrer dans cette catégorie.
A l'inverse, ce critère permet aussi de confirmer l'intérêt de la production d'autres légumes, d'autant plus lorsque que le temps de travail est limité et/ou l'attrait sur l'étal évident. On peut citer la laitue, le radis botte, l'épinard, les courges...

Lorsqu'on étudie chaque légume séparément, la plupart d'entre eux présentent un produit par m² au moins égal à 5€ / m² (par exemple 3kg de carotte par m² à 2,20 € donnent un produit de 6,60 € / m²). Ces chiffres sont à manipuler avec beaucoup de précautions. **On voit encore trop de projets d'installation qui présentent des chiffres d'affaires irréalistes et des temps de travaux largement sous-estimés.**

### ⚠ AVERTISSEMENT

**Présenter un tableau indiquant des rendements et des prix de détail de l'ensemble des légumes peut induire en erreur. Il est plus judicieux d'écouter les conseils d'un technicien spécialisé en maraîchage pour chiffrer les ventes dans un projet de maraîchage diversifié : « prenez un rendement moyen plutôt bas, multipliez-le par le prix de vente en demi-gros puis retirez 20 % et vous obtenez un chiffre d'affaire réaliste ».**

**Malgré cette mise en garde, ce guide propose quand même plusieurs tableaux de références technico-économiques, ils sont donc bien évidemment à utiliser avec discernement !**

204105- Folio : q480 - Type : qINT-204105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

# DONNÉES TECHNICO-ÉCONOMIQUES PAR CULTURE EN CIRCUIT LONG

Les régions productrices de légumes biologiques pour la vente en gros disposent habituellement de données locales et d'un réseau de techniciens spécialisés dont il faut se rapprocher afin de disposer des chiffres adaptés et des conseils.

## Marges brutes et temps de travaux en circuit long : l'exemple du Finistère

Issus de relevés chez des producteurs bio, les éléments du ▹ **tableau 1** ◃ permettent de mieux appréhender les résultats économiques possibles sur une ferme bio. N'étant pas issus de groupes suffisamment étoffés, ils ne peuvent servir de références statistiquement fiables, et doivent être modérés par des conseils techniques sur l'approche globale des cultures.

**Tableau 1 - Circuit long : des exemples de prix, marge et temps de travail par légume**

| Légume | Prix moyen (€ par kg) | Rendement (T / ha) | Charges (€ / ha) | Marge brute* (€ / ha) | Main d'œuvre (h / ha) |
|---|---|---|---|---|---|
| ▹ Artichaut | 0,80 à 1,20 | 4 à 7 | 3 500 à 4 000 | 2 500 à 5 300 | 120 |
| ▹ Carotte | 0,70 à 1 | 30 à 40 | 7 000 à 7 500 | 18 000 à 28 000 | 1 000 à 1 200 |
| ▹ Chou-fleur | 0,30 à 0,70 | 7 500 à 13 000 têtes | 4 000 à 4 500 | 1 800 à 3 600 | 130 à 160 |
| ▹ Échalote | 1,50 à 1,80 | 15 à 20 | 7 000 à 7 500 | 16 000 à 23 000 | 750 à 800 |
| ▹ Laitue | 4 à 5,50 (par colis de 12) | 90 à 120 000 pièces | 17 000 à 19 000 | 18 000 à 30 000 | 950 à 1100 |
| ▹ Oignon rosé | 0,80 à 1,20 | 15 à 20 | 8 000 à 9 000 | 4 000 à 10 000 | 300 à 450 |
| ▹ Poireau | 1 à 1,40 | 25 à 40 | 8 000 à 10 000 | 23 000 à 30 000 | 1 400 à 1 600 |
| ▹ Pomme de terre de conservation | 0,38 à 0,55 | 20 à 35 | 8 000 à 11 000 | 6 500 à 11 000 | 600 à 700 |
| ▹ Potimarron | 0,70 à 1 | 15 à 25 | 3 000 à 4 000 | 7 000 à 14 000 | 400 à 500 |
| ▹ Tomate sous serre | 0,50 à 1,20 | 70 à 150 | 40 000 à 45 000 | 18 000 à 73 000 | 3 200 à 4 300 |
| ▹ Concombre sous serre | Pièce 0,30 à 0,80 | 100 à 150 | 50 000 à 70 000 | 50 000 à 150 000 | 3 500 à 5 000 |

** Marge brute = Produits - Charges opérationnelles*

*Source : Gab 29*

**ATTENTION**

**Les marges brutes par culture varient du simple au double et même de un à quatre pour la tomate sous serre. D'où l'intérêt de réfléchir en termes de fourchettes et non pas de moyennes et d'affiner son prévisionnel. Les prix fluctuent en fonction du nombre d'intermédiaires entre le producteur et le consommateur, des coûts de transport, etc.**

204105- Folio : q481 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment



## Une culture de base à la loupe : coûts de production de la laitue sous abri froid

Le ▹ **tableau 2** ◃ présente une comparaison de la culture de laitue en circuit long dans trois régions différentes. Là encore, si l'on veut utiliser ces chiffres pour élaborer un prévisionnel, il est nécessaire de les adapter aux particularités de son itinéraire technique.

**Tableau 2 - Circuit long : comparaison des charges opérationnelles et de main d'œuvre de la laitue sous abri froid dans trois régions**

| | Bretagne (Gab 29, 2007) | Pyrénées Orientales (CA - CivamBio 66, 2006) | Gard (CGAER - CER 30, 2001) |
|---|---|---|---|
| **Nombre de pièces récoltées (/ha)** | 100 000 | 90 000 | 90 000 |
| **1 - Charges opérationnelles** | | € / pièce | |
| ▹ Plants (environ140 000 en moyenne) | 0,097 | 0,056 | 0,051 |
| ▹ Fumure | 0,003 | 0,014 | 0,017 |
| ▹ Irrigation | | 0,001 | 0,002 |
| ▹ Traitements | 0,020 | 0,016 | 0,001 |
| ▹ Paillage | | | 0,008 |
| ▹ Emballages | 0,057 | 0,069 | 0,081 |
| **Charges affectables** | | | |
| ▹ Charges de structure | 0,139 | 0,086 | 0,143 |
| ▹ Mécanisation | 0,002 | 0,015 | 0,025 |
| **2 - Main d'œuvre (15 € / heure)** | | € / pièce | |
| ▹ Avant récolte | 0,057 | 0,047 | 0,041 |
| ▹ Récolte | 0,084 | 0,092 | 0,084 |
| ▹ Total coût Main d'œuvre (MO) | 0,14 | 0,14 | 0,13 |
| **Total charges opérationnelles + MO** | **0,46 €/pièce** | **0,43 €/pièce** | **0,46 €/pièce** |

*Source : Chambre régionale d'agriculture de Rhône-Alpes*

Le total des charges comptabilisées est assez proche d'une région à l'autre, même si le détail par poste montre quelques différences importantes.

Une étude comparative identique a été réalisée sur la tomate sous abri froid. Elle fait au contraire apparaître des coûts de production très différents selon les régions : de 0,59 €/kg en Pyrénées Orientales à 1,02 €/kg en Bretagne (charges opérationnelles + coûts de main d'œuvre, y compris les exploitants, à 15€ / heure)

204105- Folio : q482 - Type : qINT-20141105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Process

**Tableau 3 - Circuit long : comparaison des temps de travaux de la laitue sous abri froid dans trois régions**

| | Bretagne | Pyrénées Orientales | Gard |
|---|---|---|---|
| | (Gab 29, 2007) | (CA - Civambio 66, 2006) | (CGAER - CER 30, 2001) |
| **HEURES PAR HECTARE** | | | |
| ▹ Travail du sol | 6 | 40 | 24 |
| ▹ Fumure | 2 | 2 | 5 |
| ▹ Dérouleuse | 20 | 3 | |
| ▹ Plantation | 260 | 166 | 148 |
| ▹ Aération et arrosage | 90 | 63 | 22 |
| ▹ Désherbage manuel | 30 | 28 | 67 |
| **Total avant récolte** | **408 h** | **302 h** | **266 h** |
| ▹ Récolte | 430 | 420 | 500 |
| ▹ Conditionnement | 135 | 132 | |
| ▹ Fin de culture | 35 | 41 | 40 |
| **Total récolte** | 600 | 593 | 540 |
| **TOTAL CULTURE** | **1008** | **895** | **806** |

*Source : Chambre régionale d'agriculture Rhône Alpes*

Les différences les plus importantes de temps de travaux se situent au niveau de la mise en place et du suivi des cultures et s'expliquent par le degré de mécanisation variable d'une région à l'autre.

## Des résultats technico-économiques en légumes de plein champ biologiques

*Bio Centre a piloté un programme sur les légumes de plein champ regroupant une dizaine d'acteurs sur toute la France. Ce programme (2010-2012) visait à accompagner le développement et la structuration de la filière légumes biologiques de plein champ, en zones céréalières, dans les régions du Centre et du Nord de la France. L'intégralité des résultats est disponible sur www.lpcbio.org*

*Une dizaine de fermes de la moitié nord de la France sont analysées et présentées sous forme de fiches : les fermoscopies. D'autres fiches (itinéraires techniques, matériel) sont également disponibles.*

*Il existe encore peu de systèmes et d'expérimentation sur les légumes de plein champ en AB, ce qui rend difficile l'élaboration de références. D'où l'intérêt de ces "fermoscopies" qui présentent des cas réels et donnent une idée de la diversité des pratiques liées au contexte (pédoclimatique, économique, social…). Plusieurs modes de commercialisation sont représentés.*



M. Conseil/IBB-P.A.I.S.

204105- Folio : q483 - Type : qINT-204105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# 6-2 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES DE DIFFÉRENTES EXPLOITATIONS

A défaut d'analyse de gestion de groupe en maraîchage biologique, il nous a paru plus intéressant de présenter et de commenter quelques exemples réels de fermes, représentatives de la diversité des systèmes de production.

### *Comment ont été choisies les exploitations citées ?*

*Le premier critère retenu est la viabilité économique (revenu), le second, la maîtrise du temps de travail. La diversité d'approche par rapport aux investissements est également prise en compte, afin de mesurer leurs effets sur le résultat.*
*Tous les agriculteurs choisis pour ce guide ont atteint leurs objectifs économiques.*

## QUELQUES INDICATEURS DE GESTION

- **Produits** = total des ventes hors taxe +/- les variations de stock de légumes et autres produits + les subventions et les produits auto-consommés.
- **Charges** = total des dépenses +/- les variations de stock des approvisionnements + les amortissements (qui sont une charge mais non une dépense).
- **Charges opérationnelles ou variables** = dépenses directement engagées pour la production, proportionnelles à la production (fertilisation, semences et plants, produits phytosanitaires, paillage, emballages, main d'œuvre spécifique, etc.).
- **Marge brute** = produits – charges opérationnelles.
- **Charges de structure** = charges (autres que les charges opérationnelles) liées à l'outil de production.
- **Charges de structure de premier niveau** = toutes les charges de structure exceptés les amortissements et les frais financiers.
- **Valeur ajoutée (VA)** = marge brute – les autres approvisionnements, les intermédiaires et les services. *La somme des VA des entreprises françaises constitue le PIB de la France.*
- **EBE (excédent brut d'exploitation)** = marge brute – charges de structure de premier niveau. Il permet de mesurer l'efficacité de l'entreprise sans tenir compte de l'usure de son matériel et de son patrimoine ni de son taux d'endettement. L'exploitation d'un jeune agriculteur a, en règle générale, plus d'équipements récents, donc plus d'amortissements et plus d'emprunts, donc

204105- Folio : q484 - Type : qINT-204105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

plus d'intérêts à rembourser qu'une autre tenue par un agriculteur proche de la retraite. L'EBE sert à connaître la rentabilité des capitaux engagés (EBE / Produits), et surtout le revenu disponible.

- **Charges de structure de deuxième niveau** = amortissements et frais financiers.
- **Amortissement** = perte de valeur des moyens de production due à l'usure (matériel, bâtiment, etc.) durant l'exercice comptable, variable selon les biens. Ce n'est pas une sortie d'argent mais une charge calculée (sorte de provision) permettant de rembourser le capital de l'emprunt correspondant et d'anticiper le renouvellement des moyens de production.
- **Résultat** = produits – charges. **Le résultat doit couvrir les prélèvements privés, l'autofinancement (investissements futurs et marge de sécurité pour les imprévus) et permettre de rembourser le capital des emprunts. Donc attention, le résultat n'est pas égal aux prélèvements privés de l'exploitant.**
- **Le revenu disponible** : les indicateurs ci-dessus permettent de calculer la rentabilité prévisionnelle d'une entreprise sur plusieurs années à partir du compte de résultat qui détermine, après calculs, le résultat de l'exercice. C'est aussi à partir du compte de résultat que l'on définit le revenu disponible, élément de référence pour obtenir les aides à l'installation.

**Tableau 4 - Calcul du revenu disponible**

| EXPLOITATION INDIVIDUELLE | EXPLOITATION SOCIETAIRE |
|---|---|
| REVENU DISPONIBLE = | REVENU DISPONIBLE = |
| **EBE** | **EBE** |
| **+** | **+** |
| ▹ **Produits financiers à court terme** | ▹ **Rémunération des associés exploitants**<br>▹ **Revenus des fermages et mises à disposition du foncier et bâtiments détenus en propriété par l'exploitant** |
| **-** | **-** |
| ▹ **Annuités des emprunts, moyen et long terme et frais financiers des dettes à court terme** | ▹ **Annuités prêts LMT de la société et contractés par les associés**<br>▹ frais financiers des dettes à court terme<br>▹ impôts fonciers et primes d'assurance à la charge des associés afférents au foncier et bâtiments loués ou mis à disposition de la société<br>▹ **La rémunération du capital des associés non exploitants.** |
| | **Divisé par le nombre d'associés** |

*Source : M-L. Melliand. Guide de l'installation des jeunes agriculteurs. 2012. Ed. France Agricole*

204105- Folio : q485 - Type : qINT-20140505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag



# ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES EN MARAÎCHAGE DIVERSIFIÉ ET EN SYSTÈME « GRAND JARDIN »



J. Argouarc'h

**CAS-TYPE 1 FERME A**

## Un grand jardin à temps partiel (5 000 m²)

A

### Contexte

Ce cas-type correspond à la ferme A présentée en détail au début du ▹ **chapitre 5** ◃.

### Compte de résultat

**Tableau 5 - Compte de résultat de la ferme A : un grand jardin à temps partiel (0,5ha)**

| CHARGES | | | PRODUITS | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DÉSIGNATION | Montant en € | % charges | DÉSIGNATION | Montant en € | % produits |
| ▹ Semences et plants | 1 316 | | ▹ Pomme de terre | 3 427 | 33 |
| ▹ Engrais amendements | 768 | | ▹ Carotte | 2 225 | 22 |
| ▹ Achat légumes | 195 | | ▹ Potimarron | 1 494 | 15 |
| ▹ Produit défense végétaux | 30 | | ▹ Oignon | 1 371 | 13 |
| | | | ▹ Quatre autres légumes | 1 720 | 17 |
| **Sous-total charges opérationnelles** | 2 309 | 57 | **Total produits** | 10 237 | 100 |
| ▹ Petit matériel | 269 | | ▹ Marge brute (Produits – Ch. opérationnelles) | 7 928 | 77 |
| ▹ Intermédiaires et honoraires | 691 | | | | |
| ▹ Transports et déplacements | 800 | | | | |
| ▹ Charges sociales exploitant | 0 | | | | |
| ▹ Amortissement | 0 | | | | |
| ▹ Frais financiers | 0 | | | | |
| **Sous-total charges de structure** | 1 760 | | ▹ EBE (Marge brute – Charges de structure) | 6 167 | 60 |
| **Total charges** | **4 069** | **100** | **Total produits** | **10 237** | **100** |
| | | | **Résultat (produits - charges)** | **6 166** | **60** |

Il n'y a pas eu d'investissement en première année. Seuls quelques outils manuels ont été achetés. Les besoins de trésorerie de démarrage ont représenté 2 500 € (apport personnel)

204105- Folio : q486 - Type : qINT-20140505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

Les charges opérationnelles sont élevées en raison du coût important des plants à reproduction végétative (pomme de terre, échalote, bulbilles d'oignons) ainsi que du compost de déchets verts (25 tonnes) apporté sur un sol appauvri. Par contre les charges de structure sont très faibles en raison de l'absence de cotisations sociales MSA (surface < 1 /8ème de la SMI) et de l'absence d'investissements.

**Le résultat de 6,81 €/heure** de travail est légèrement inférieur au SMIC net (7,38 € au 01/01/2013). Il correspond à l'objectif du producteur. Des gains de temps importants sont possibles par une utilisation de paillage sur oignon et courge, et un usage plus important d'un tracteur (binage, buttage des pommes de terre).

**C'est un modèle reproductible aisément par une personne qui souhaite travailler un mi-temps seulement, ou avoir deux activités différentes : un équilibre de vie intéressant peut être trouvé en conciliant travail sédentaire et activité manuelle de plein air.**



A. Coulombel

## CAS-TYPE 2 FERME C

# Une maraîchère individuelle avec vente sur les marchés

## Contexte

Ce cas-type correspond à la ferme C présentée en détail au début du ▹ **chapitre 5** ◃.

## Compte de résultat

**Tableau 6 - Compte de résultat de la ferme C : une petite exploitation maraîchère individuelle**

| CHARGES | | | PRODUITS | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DÉSIGNATION | Montant en € | % charges | DÉSIGNATION | Montant en € | % produits |
| ▹ Fertilisation | 1 217 | | ▹ Ventes au marché = **Total des produits** | 32 276 | |
| ▹ Défense végétaux | 100 | | | | |
| ▹ Semences et plants | 2203 | | | | |
| ▹ Divers (dont aliment pour les poules) | 2 166 | | | | |
| **Sous-total charges opérationnelles** | 5 686 | 38 | ▹ **Marge brute** (Produits – Ch. opérationnelles) | 26 550 | 83 |
| ▹ Eau, gaz, électricité | 100 | | | | |
| ▹ Carburant | 627 | | | | |
| ▹ Entretien réparation | 1 316 | | | | |
| ▹ Fermage | 0 | | | | |
| ▹ Intermédiaires et honoraires | 994 | | | | |
| ▹ Charges sociales exploitant | 1 276 | | | | |
| ▹ Impôts et taxes | 174 | | | | |
| **Sous-total charges de structure de 1er niveau** | 4 467 | 30 | ▹ EBE (Marge brute – Charges de structure) | 22 123 | 69 |
| ▹ Amortissements | 4 764 | 32 | | | |
| ▹ Frais financiers | 0 | | | | |
| **Total charges** | **14 917** | **100** | **Total produits** | **32 276** | **100** |
| | | | **Résultat (produits - charges)** | **17 359** | **54** |

204105- Folio : q487 - Type : qINT-204105 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Le résultat est de 6,92 € /heure de travail, proche du Smic net. En y intégrant le crédit d'impôt AB qui n'est pas intégré dans le compte de résultat (▷ **voir chapitre 1-1 sur les aides** ◁), il atteint 8,27 €, soit 1 € de plus que le Smic.

En première année le résultat a été négatif parce que la commercialisation n'a démarré qu'en septembre. Ensuite il a tourné autour de 10 000 € par an pendant cinq ans. L'inconvénient avec ce type d'installation progressive est le revenu restreint durant une longue période. Depuis, les prélèvements privés approchent 10 000 € par an. Le solde du résultat est épargné afin de compléter la faible retraite le moment venu. Les amortissements servent à financer les nouveaux investissements (récemment l'enfouisseur de pierre).

**Ce modèle correspond à une installation individuelle fréquemment rencontrée. Le résultat est satisfaisant, le temps de travail maîtrisé. Le crédit d'impôt apporte un complément de revenu non négligeable. Son principal point faible est l'absence de solution de remplacement en cas de maladie ou d'accident de l'exploitante (▷ voir chapitre 6-3 sur la durabilité des exploitations ◁).**

### *Témoignage de la maraîchère*

*« Les marchés se portent bien. Je ne ramène presque pas de légumes. Il arrive assez fréquemment que je n'ai plus rien dès 10 h30 du matin. Le problème du marché c'est qu'il faut bien connaître sa demande et cela c'est l'art du commerce, commerce qu'on a tendance à réduire seulement à des chiffres».*

## Une variante de structure individuelle de taille comparable en Corrèze

La surface de plein champ est de 0,4 ha. Les tunnels couvrent 900 m². La surface cultivée est faible mais, aux dires de l'agriculteur, il ne peut pas maîtriser une surface de plein champ plus importante compte tenu de son faible équipement (pas de tracteur mais seulement une moto-bineuse). La commercialisation se fait sous forme de paniers.
Le produit est de 28 500 € et le résultat de 17 700 €. Le temps de travail total atteint 3 000 heures (1,2 UTH) et le résultat horaire est inférieur de 0,50 € au Smic horaire si on inclut le crédit d'impôt de 2 800 € dans le résultat. Le résultat horaire est inférieur de 1,5 € à l'exemple précédent malgré un gain de temps de commercialisation important (Amap).

204105- Folio : q488 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## *Affiliation des agriculteurs au régime de protection sociale agricole*

*(Source : Manu Bué, Gab 29)*

*Dans le cadre de la réforme de la loi d 'Avenir (décret d'application mars 2015), c'est l'Activité Minimale d'Assujettissement (AMA) qui détermine l'affiliation des non-salariés au régime de protection sociale agricole. Elle remplace dorénavant la SMI* (Surface Minimale d'Installation).
*Ainsi, vous serez automatiquement affilié au régime de protection sociale des non-salariés agricoles, en qualité de chef d'exploitation ou d'entreprise agricole, lorsque l'importance de votre activité agricole atteint un des critères de l'AMA.*

***L'AMA englobe dorénavant 3 critères :***

1. ***La surface minimale d'assujettissement (SMA)*** *: La superficie mise en valeur doit avoir une importance au moins égale à une SMA (= ancienne 1/2 SMI) de votre département.*
2. ***Le temps de travail consacré à l'activité agricole,*** *lorsque la surface agricole ne peut pas être prise pour référence. Il doit être au minimum de 1200 heures de travail par an (1SMA =1200h/an).*
3. ***Les revenus professionnels générés par l'activité agricole des cotisants de solidarité non retraités*** *seront pris en compte pour les affilier en qualité de chef d'exploitation ou d'entreprise agricole, dès lors que ces revenus sont supérieurs ou égaux à 800 Smic.*

***A Noter :*** *Si l'importance de votre activité agricole, évaluée sur la base des trois critères de l'AMA, ne permet pas votre affiliation en qualité de chef d'exploitation ou d'entreprise agricole, vous êtes redevable, sous certaines conditions, d'une cotisation de solidarité.*

*Ces SMA sont en cours de mise en place dans chaque région, sous l'égide des caisses de MSA et non des CDOA départementales.*

***Plus d'informations :***

- ***Site de la MSA : http://www.msa.fr/lfr/web/msa/installation/conditions***
- ***Point Info Installation de votre région***

204105 - Folio : q489 - Type : qINT-19-14-05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanchoa



J. Argouarc'h

CAS-TYPE 3 FERME B

## Une exploitation de maraîchage diversifié à 2 UTH, bien équipée

### Contexte

Ce cas-type correspond à la ferme B présentée en détail au début du ▹ **chapitre 5** ◃.

### Compte de résultat

**Tableau 7- Compte de résultat de la ferme B : exploitation en maraîchage diversifié, bien équipée**

| CHARGES | | | PRODUITS | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DÉSIGNATION | Montant en € | % charges | DÉSIGNATION | Montant en € | % produits |
| ▹ Fertilisation | 2 577 | | ▹ Ventes légumes 135 paniers | 73 713 | |
| ▹ Défense végétaux | 1 637 | | ▹ Vente légumes | 4 049 | |
| ▹ Semences et plants | 6 047 | | ▹ Prestation de service | 135 | |
| | | | ▹ Production auto consommée | 720 | |
| | | | ▹ Subventions | 3 176 | |
| **Sous-total charges opérationnelles** | 10 261 | 17 | **Total produits** | 81 793 | |
| ▹ Eau, gaz, électricité | 1 671 | | ▹ Marge brute (Produits – Ch. opérationnelles) | 71 532 | 87 |
| ▹ Carburant | 1 397 | | | | |
| ▹ Petit matériel outillage | 3 951 | | | | |
| ▹ Entretien réparation | 1 816 | | | | |
| ▹ Fermage | 0 | | | | |
| ▹ Intermédiaires et honoraires mission réception | 3 938 | | | | |
| ▹ Poste téléphone | 537 | | | | |
| ▹ Charges sociales exploitant | 2 939 | | | | |
| ▹ Salaires et ch. sociales salariés | 13 866 | | | | |
| ▹ Impôts et taxes | 518 | | | | |
| **Sous-total charges de structure de 1er niveau** | 30 633 | 52 | ▹ EBE (Marge brute – Charges de structure) | 40 899 | 50 |
| ▹ Amortissement | 15 588 | 27 | | | |
| ▹ Frais financiers | 2 560 | 4 | | | |
| **Total charges** | **59 042** | **100** | **Total produits** | **81 793** | **100** |
| | | | **Résultat (produits - charges)** | **22 751** | **28** |

204105- Folio : q490 - Type : qINT - 20/10/05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Le maraîcher a réalisé des investissements importants afin de disposer d'un bon outil de production. Il avait très peu d'apport personnel mais il a bénéficié des aides à l'installation JA.
Les prélèvements privés ont été faibles durant les premières années. Aujourd'hui, le résultat est satisfaisant puisqu'il atteint 22 751 € soit 10,34 € par heure de travail sans le crédit d'impôt. En incluant le crédit d'impôt, il atteint 1,5 fois le SMIC.

L'EBE a servi aux prélèvements privés (13 000 €), à rembourser les emprunts à moyen-long terme (16 600 €), à investir (2 000 €) et à réduire les dettes à court terme (9 900€).
Dans quelques années, le résultat augmentera nettement en raison de la baisse des amortissements (divisés par deux fin 2015) et de la montée en puissance de la production du verger.
Ces bons résultats s'expliquent par la très bonne organisation du travail, le peu de temps passé à la commercialisation mais aussi par le fait qu'il y a 2 UTH. L'outil de production serait sur-dimensionné pour une seule personne.
Les amortissements représentent près de 20 % du produit, ce qui est élevé et paraît un maximum à ne pas dépasser pour obtenir de bons résultats économiques.

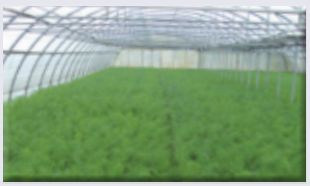
Cet exemple représente un modèle intéressant dans le cadre d'une installation aidée. Les investissements sont importants mais permettent de disposer d'un outil de production performant. Les résultats sont au rendez-vous.

204105- Folio : q491 - Type : qINT-204105 29/10/05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pantone



# ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES EN SYSTÈME LÉGUMIER

Les trois exploitations légumières présentées ci-dessous sont très différentes, leur point commun étant la vente en gros. Le ▹ **cas type n° 5 (15 UTH)** ◃ est une structure proche du système « maraîchage diversifié » malgré son nombre élevé de salariés : gamme diversifiée et surface sous abri importante.



J. Argouarc'h

**CAS-TYPE 4 FERME F**

## Une exploitation légumière individuelle en Bretagne

F

### Contexte

Ce cas-type correspond à la ferme F présentée au début du ▹ **chapitre 5** ◃. Par contre, il s'agit d'un compte de résultat pour un seul exploitant, c'est à dire avant la création de l'association.

### Compte de résultat

**Tableau 8 - Compte de résultat d'une exploitation légumière individuelle en Bretagne (ferme F mais pour un seul exploitant)**

| CHARGES | | | PRODUITS | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DÉSIGNATION | Montant en € | % charges | DÉSIGNATION | Montant en € | % produits |
| | | | ▹ Ventes légumes et subventions | 63 500 | 100 |
| **Sous-total charges opérationnelles** | 12 500 | 36 | **Total produits** (Produits – Ch. opérationnelles) | 63 500 | 100 |
| ▹ Autres charges de structure | 14 200 | | ▹ Marge brute | 52 200 | 82 |
| ▹ Charges sociales exploitant | 3 200 | | | | |
| ▹ Salaires et ch. sociales salariés | 0 | | | | |
| **Sous-total charges de structure de 1er niveau** | 17 400 | 50 | ▹ EBE (Marge brute – Charges de structure) | 35 800 | 66 |
| ▹ Amortissements | 4 300 | 12 | | | |
| ▹ Frais financiers | 600 | 2 | | | |
| **Total charges** | **34 800** | **100** | **Total produits** | **63 500** | **100** |
| | | | **Résultat (produits - charges)** | **30 900** | **49** |

Le chiffre d'affaires est beaucoup plus important que dans les exemples précédents. L'organisation du travail est plus simple dans la mesure où il n'y a presque jamais plus de trois légumes à récolter à la même période. Les récoltes sont étalées sur l'année grâce à la présence de tunnels. Le temps de commercialisation est minime puisqu'une planification est contractualisée avec le groupement de producteurs et le grossiste. C'est le grossiste qui planifie la production des légumiers de la région en fonction de ses propres prévisions de vente. Cela offre une bonne visibilité aux producteurs.

204105- Folio : q492 - Type : qINT-20140505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

Plusieurs légumes sont commercialisés sur des périodes très courtes, par exemple la pomme de terre primeur sous abri sur quatre semaines de mi-avril à mi-mai, les choux cabus en mars, les tomates (anciennes) et les haricots en fin de saison. Cela permet une bonne valorisation de la production grâce au climat doux.
Le résultat représente la moitié du produit grâce à la bonne maîtrise technique et au faible niveau d'amortissements et de charges financières.
Le résultat horaire est tout à fait satisfaisant : 13,1 € / heure soit 1,8 fois le SMIC (hors crédit d'impôt). Le principal point faible de ce système concerne les incertitudes liées au prix de vente des légumes.
**Ce modèle est accessible avec des investissements limités (hors foncier), à condition de s'assurer des débouchés au préalable et d'être à proximité d'un grossiste.** Le climat océanique (quasi absence de gelées) est un atout important. **Cet exemple peut servir de base à une réflexion dans le cadre d'un projet de fourniture de légumes à la restauration collective, seul ou, mieux, en partenariat avec d'autres producteurs.**

## Prévisionnel suite à l'installation d'un deuxième associé

Cette structure a accueilli un jeune associé. La surface totale est restée identique, mais les tunnels ont doublé. Voici la production prévisionnelle pour les deux producteurs.

**Tableau 9 - Prévisionnel de production pour deux maraîchers associés en système légumier (Bretagne)**

| | Surface en ares | Rendement/are (kg ou têtes ou bottes) | Prix unitaire € (kg ou têtes ou bottes) | Valeur en € |
|---|---|---|---|---|
| **PLEIN CHAMP** | | | | |
| ▹ Navet jaune | 200 | 70 | 1,2 | 16 800 |
| ▹ Brocoli | 150 | 70 | 1,5 | 15 750 |
| ▹ Potimarron | 100 | 110 | 0,8 | 8 800 |
| ▹ Choux | 80 | 150 | 0,8 | 9 600 |
| ▹ Betterave rouge | 80 | 250 | 0,9 | 17 000 |
| ▹ Haricot vert | 70 | 150 | 3,0 | 13 650 |
| ▹ Radis noir et rutabaga | 30 | 150 | 0,9 | 4 000 |
| **TOTAL PLEIN CHAMP** | **710 ares** | | | **85 600** |
| **SOUS ABRI** | | | | |
| ▹ Tomate | 10 | 300 | 1,8 | 5 250 |
| ▹ Mâche | 40 | 130 | 5,0 | 26 000 |
| ▹ Navet botte | 10 | 550 | 0,9 | 4 950 |
| ▹ Oignon blanc | 8 | 750 | 0,95 | 5 700 |
| ▹ Pomme de terre primeur | 10 | 200 | 3 | 6 000 |
| ▹ Fenouil de printemps | 11 | 280 | 1,4 | 3 900 |
| ▹ Haricot rame | 10 | 300 | 3 | 9000 |
| **TOTAL SOUS ABRI** | **99 ares** | | | **60 800** |
| **TOTAL PC + SA** | En tenant compte d'une perte de 20 % pour aléas climatique, sanitaire, commercial... | | | **117 000** |

Les tunnels sont très bien valorisés, 15 € / m², grâce à 2,5 cultures par an. Ils assurent également l'essentiel des ventes sur huit mois de l'année, de janvier à août.

204105- Folio : q493 - Type : qINT-20140505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



J. Argouarc'h

**CAS-TYPE 5 FERME D**

# Une exploitation en circuit long avec de nombreux salariés

D

## Contexte

Ce cas-type correspond à la ferme D présentée en détail au début du ▹ **chapitre 5** ◃.

## Compte de résultat

**Tableau 11 - Compte de résultat de la ferme D : une exploitation en circuit long avec une main d'œuvre importante (Aquitaine)**

| CHARGES | | | PRODUITS | | |
|---|---|---|---|---|---|
| DÉSIGNATION | Montant en € | % charges | DÉSIGNATION | Montant en € | % produits |
| ▹ Fertilisation | 22 000 | | ▹ Ventes légumes et subventions | 760 900 | |
| ▹ Défense végétaux | 9 000 | | | | |
| ▹ Semences et plants | 117 900 | | | | |
| ▹ Emballages | 53 100 | | | | |
| **Sous-total charges opérationnelles** | 202 000 | 28 | **Total produits** | 760 900 | 100 |
| ▹ Autres charges de structure | 152 000 | | | | |
| ▹ Charges sociales exploitant | 22 000 | | | | |
| ▹ Salaires et ch. sociales salariés | 299 000 | | | | |
| **Total ch. de structure de 1er niveau** | 473 000 | 66 | ▹ EBE (Marge brute – Charges de structure) | 85 900 | 11 |
| ▹ Amortissement | 34 100 | 5 | | | |
| ▹ Frais financiers | 7 800 | 1 | | | |
| **Total charges** | 719 900 | 100 | **Total produits** | 760 900 | 100 |
| | | | **Résultat (produits - charges)** | 41 000 | 7 |

Le produit par UTH n'est pas très élevé pour un système légumier (50 000 €).
La mécanisation est limitée par le nombre élevé de légumes.
Les ratios de gestion ne sont pas comparables aux autres cas-types en raison de l'importance des salaires et charges sociales (42 % des charges).
Le résultat par heure de travail des exploitants atteint 1,3 Smic horaire.

204105- Folio : q494 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment



F. Rey

**CAS-TYPE 6 FERME E**

## Une exploitation spécialisée en légumes de plein champ en Normandie

### Contexte

Cet exemple correspond à la ferme E présentée en détail au début du ▹ **chapitre 5** ◃. Cette exploitation spécialisée (six légumes de plein champ uniquement) est présentée pour l'exemple mais n'a pas été retenue comme cas-type en raison de son résultat très élevé hors normes habituelles (> à 100 000 €).

### Compte de résultat

Le ▹ **tableau 10** ◃ présente les légumes produits sur cette exploitation et permet d'illustrer la spécialisation possible en système légumier.

**Tableau 10 - Surfaces et valeurs des légumes produits sur la ferme E : une exploitation légumière spécialisée**

| Légumes | Surface (ha) | Quantités vendues (t) | Rendement (t/ha) | Prix de vente moyen(€) | Valeur (€ HT) | % (valeur) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ▹ Betterave rouge | 2,2 | 66 | **30** | 0,77 | 50 820 | 18 |
| ▹ Carotte | 4 | 140 | **35** | 0,84 | 117 600 | 42 |
| ▹ Choux | 2 | 20 | **10** | 0,6 | 12 000 | 4 |
| ▹ Navet | 3 | 45 | **15** | 1,07 | 48 150 | 17 |
| ▹ Poireau | 1,4 | 28 | **20** | 1,26 | 35 280 | 13 |
| ▹ Pomme de terre | 1,4 | 24 | **17** | 0,64 | 15 360 | 6 |
| **TOTAL** | **14 ha** | **323 t** | - | - | **279 210** | **100%** |

Le nombre de légumes est limité à six espèces. La carotte représente à elle seule 40% du produit légume. D'où la nécessité de soigner son itinéraire technique afin de réduire le plus possible les risques d'échec de la culture. La rotation avec des céréales est favorable à un bon état sanitaire des légumes.

204105 - Folio : q495 - Type : qINT-19-14-05 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanchoa



J. Argouarc'h

▷ *Jardin de Cocagne de Dinan (22)*



J. Argouarc'h

▷ *Serre de semis du jardin de Dinan en avril*

# ANALYSE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES EN STRUCTURE D'INSERTION (JARDINS DE COCAGNE...)

Les structures maraîchères à vocation sociale emploient un nombre important de salariés, en situation de précarité et/ou de réinsertion professionnelle.

De nombreux ESAT (Etablissement social d'aide par le travail, ex-CAT) disposent d'un atelier maraîchage biologique. D'autres réseaux sont apparus plus récemment. Le réseau Jardins de Cocagne s'étend rapidement : il compte à lui seul plus de 120 jardins à travers le pays et **4 300** salariés en insertion sur un an, pour **25 000 adhérents consommateurs** (chiffres 2014). Les Restos du cœur ont créé des jardins du cœur afin d'alimenter leur réseau. Enfin, de nombreux autres chantiers d'insertion qui produisent des légumes ne sont affiliés à aucun réseau.
Ce type de structure tient une place importante bien que souvent discrète dans le paysage agricole français, en particulier dans celui du maraîchage bio.

Il est difficile de comparer ces structures aux autres fermes maraîchères. En effet, elles sont assez largement subventionnées : leurs ressources proviennent en majeure partie de l'Etat (financement des contrats aidés) et des Départements (financement des encadrants techniques). La vente des légumes aux consommateurs – adhérents sous forme de paniers hebdomadaires ne représente que 20 à 35 % des ressources de ce type de structure.

### *Exemple d'un jardin de Cocagne :*
*16 salariés en insertion en contrat d'avenir (26 heures par semaine)*

- *Deux encadrants techniques, un « animateur panier » à ¾ temps, une directrice à ¾ temps, une accompagnatrice professionnelle à mi-temps, un agent administratif à ¼ temps soit 4,25 ETP.*
- *4 ha de légumes de plein champ et 4 000 m² de tunnels.*
- *350 adhérents pour une équivalence de 220 paniers « parts pleines » à 13 € (la majorité des adhérents prennent des demi-parts à 7 €).*
- *Le foncier et les bâtiments sont en location.*
- *Les investissements (environ 300 000 €) ont été financés essentiellement par des subventions d'entreprises, de particuliers et de collectivités territoriales.*
- *Produits : 437 000 € dont 36 % de ventes de légumes et autres produits agricoles ; 62 % de financement par l'Etat (contrats de travail aidés) et le Conseil général (salaire des encadrants techniques) et 2 % de cotisations des adhérents.*
- *Charges : 440 000 € dont 75 % pour les salaires et les charges sociales.*
- *Le « produit légume » par salarié en insertion (encadrement non inclus) peut atteindre 10 000 € pour 1 200 h de travail par an soit 8,2 € / heure.*

204105- Folio : q496 - Type : qINT-20410505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

# ANALYSE COMPARATIVE DES RÉSULTATS ÉCONOMIQUES DES CAS-TYPES

## AVERTISSEMENT

**A ce jour, à quelques rares exceptions près, il n'existe pas d'étude de groupe des résultats économiques des maraîchers bio menée sur un échantillon représentatif. Pour traiter malgré tout de ce sujet essentiel, le parti pris de ce guide est de présenter les résultats économiques de cinq exploitations réelles (les cas-types présentés précédemment).**
**Mais attention, il ne faut pas prendre ces cas-types tels quels pour élaborer un projet[2] car n'étant pas basés sur une étude de groupe, ils n'ont pas de valeur statistique. Le but de cette analyse comparative n'est pas de préconiser un système plutôt qu'un autre. Elle a pour but d'aider à la réflexion pour choisir un système dans une démarche d'installation, réfléchir aux investissements judicieux, ou pour dégager des pistes d'amélioration d'un atelier existant.**

## Analyse comparative de cinq cas-types

L'analyse de différents indicateurs économiques ramenées à la surface et au nombre de travailleurs permet de comparer les cinq cas-types (montants en €) présentés précédemment.

**Tableau 13 - Analyse comparative des résultats économiques de cinq cas-types**

| | Grand jardin | Système maraîchage diversifié individuel | Système maraîchage diversifié à 2 UTH | Système légumier individuel | Système diversifié à 15 UTH |
|---|---|---|---|---|---|
| | | circuit court | circuit court | circuit long | circuit long |
| | n °1 | n° 2 | n° 3 | n° 4 | n°5 |
| | **Ferme A** | **Ferme C** | **Ferme B** | **Ferme F** | **Ferme D** |
| ▹ UTH | 0,41 | 1 | 2,05 | 1 | 15 |
| ▹ Unité de travail agriculteur (hors salariés) | 0,41 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| ▹ Txi* (ha) = PC+(SAx6) | 0,48 | 1,2 | 2,4 | 6,2 | 17,92 |
| ▹ Txi / UTH | 1,17 | 1,20 | 1,17 | 6,2 | 1,19 |
| ▹ Produits | 10 200 | 32 300 | 81 700 | 63 500 | 760 900 |
| ▹ Produits / UTH | 24 900 | 32 300 | 39 900 | 63 500 | 50 700 |
| ▹ Produit / ha Txi | 21 200 | 26 900 | 34 000 | 10 200 | 42 500 |
| **Total charges opérationnelles** | 2 300 | 5 700 | 10 400 | 12 500 | 202 000 |
| ▹ Marge brute | 7 900 | 26 600 | 71 300 | 52 200 | 558 900 |
| ▹ Marge brute/produit | 77 % | 83 % | 87 % | 82 % | 73 % |
| **Charge de structure 1er niveau** | 1 700 | 3 200 | 13 400 | 14 200 | 152 200 |

*2 - Pour élaborer un projet avec des références chiffrées, vous pouvez vous rapprocher des structures de votre région spécialisées dans l'installation ou de centres de gestion*

204105- Folio : q497 - Type : qINT-20410505 13:43:39
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Mag

| | Ferme A | Ferme C | Ferme B | Ferme F | Ferme D |
|---|---|---|---|---|---|
| ▹ Valeur ajoutée | 6 200 | 23 400 | 57 900 | 38 000 | 406 700 |
| ▹ Valeur ajoutée / UTH | 15 100 | 23 400 | 28 300 | 38 000 | 27 113 |
| ▹ Valeur ajoutée / produit | 61 % | 73 % | 70 % | 60 % | 54 % |
| ▹ Charges sociale exploitant | 0 | 1 300 | 2 900 | 3 200 | 22 000 |
| ▹ Frais de personnel | 0 | 0 | 13 900 | 0 | 299 000 |
| ▹ Excédent brut d'exploitation (EBE) | 6 200 | 22 100 | 41 100 | 35 800 | 85 900 |
| ▹ EBE / Produit | 61 % | 69 % | 52 % | 56 % | 11 % |
| ▹ EBE/ Unité de travail agriculteur | 15 100 | 22 100 | 41 100 | 35 800 | 42 300 |
| ▹ Amortissements | 0 | 4 800 | 15 600 | 4 300 | 34 100 |
| ▹ Frais financiers | 0 | 0 | 2 600 | 600 | 7 800 |
| **Résultat** | **6 200** | **17 300** | **22 900** | **30 900** | **41 000** |
| **Résultat par unité de travail agriculteur** | **15 100** | **17 300** | **22 900** | **30 900** | **20 500** |
| **Produits / heures totales de travail** | **11,21** | **12,92** | **21,0** | **27,02** | **27,73** |

** Txi : taux d'intensification = surface en légume en plein champ (ha) + surface sous abri x 6 (ha). Le taux d'intensification n'indique pas la surface de l'exploitation mais seulement la surface en légume.*

## Différences entre le système maraîchage diversifié en vente directe et le système légumier en circuit long

Le produit par UTH est nettement plus élevé en système légumier, malgré un prix de vente inférieur de plus de moitié. Dans d'autres systèmes très spécialisés sur quelques légumes le produit peut même dépasser 100 000 € / UTH. La productivité du travail (produit / heure) est également supérieure et identique dans les deux systèmes légumiers malgré leur taille très différente.

Paradoxalement le produit par ha de Txi est plus élevé dans le ▹ **cas type n° 5 (légumier)** ◃ que dans les systèmes en vente directe malgré le faible prix de vente. Plusieurs raisons à cela : l'importance de la main d'œuvre permet une spécialisation du travail ; la proportion de tunnels est très importante (26 %) par rapport au plein champ et ils sont utilisés au maximum ; une bonne mécanisation (lavage, tri conditionnement, manutention, pilotage informatisé de l'irrigation et de l'aération des abris...) qui entraine des gains de temps importants, etc.

Habituellement les charges opérationnelles sont nettement supérieures dans les exploitations en circuit long par rapport aux exploitations en circuit court en raison du poste emballage. Ici, cela n'est pas flagrant excepté pour le ▹ **cas type n° 5** ◃ qui a des charges opérationnelles nettement plus élevées (27 % du produit) puisque, en plus des emballages, tous les plants sont achetés à l'extérieur.

La valeur ajoutée par UTH est plus élevée en système légumier mais elle est plus faible en pourcentage du produit, les intrants étant plus importants.

Le résultat par UTA n'est pas très différent entre les deux systèmes. Au niveau des exemples présentés, c'est en système diversifié individuel que le revenu par UTA est le plus faible. Il serait trop simpliste d'en faire une règle générale. On peut cependant émettre l'hypothèse que les exploitations à plusieurs travailleurs sont plus mécanisées, donc plus productives et que cela a un effet favorable sur le résultat économique.

204105- Folio : q498 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

## Différences entre les trois systèmes en circuit court présentés

Logiquement, on constate que le résultat par heure de travail de l'exploitant augmente avec le degré de mécanisation. **Le grand jardin donne un résultat à l'heure exploitant près de trois fois plus faible que l'exploitation maraîchère bien mécanisée** (▹ **cas type n° 3** ◃). Ce qui est plus surprenant, c'est l'écart entre cette dernière et l'exploitation individuelle (▹ **cas type n° 2** ◃) : le résultat horaire est plus de deux fois plus élevé d'une exploitation à l'autre.
Ceci peut s'expliquer par plusieurs raisons :

- ▹ les différences d'équipement,
- ▹ le temps passé à la commercialisation diffère fortement : 25 % du temps de travail dans l'exploitation individuelle contre environ 10 % dans celle à 2 UTH,
- ▹ une gestion plus pointue des adventices dans l'exemple n°3 : l'utilisation plus importante de bâches tissées, la réalisation de faux semis de manière plus systématique et l'usage d'un désherbeur thermique réduisent le temps de travail,
- ▹ le coût de la main d'œuvre salariée sur l'exploitation n°3 est très faible en raison d'exonération de charges patronales. Avec des charges salariales « normales », l'EBE / UTA descendrait à 14 € mais la différence reste importante.

Dans la plupart des cas, le travail collectif (association ou salariat) donne de meilleurs résultats économiques. Il n'est pas question pour autant de décourager l'installation individuelle mais simplement de mettre en avant les atouts des structures à plusieurs travailleurs.
Par contre, les investissements sont beaucoup plus importants sur l'exploitation à deux personnes et les risques économiques sont supérieurs durant les premières années.

## Différences entre les deux systèmes en circuit long présentés

Les comparaisons sont plus aléatoires car il y a une très grande diversité de modèles. Une fois n'est pas coutume, l'exploitation légumière individuelle présente de meilleurs résultats par exploitant que la structure collective. Le nombre limité de légumes, soigneusement choisis sur des créneaux courts et la proximité du grossiste compensent une mécanisation limitée. Pourtant l'EBE par agriculteur est supérieur dans le ▹ **cas type n° 5** ◃. Cet EBE est utilisé pour près de la moitié pour les amortissements et frais financiers alors que ces postes sont réduits dans le ▹ **cas type n° 4** ◃. On peut aussi souligner l'importance de la fiscalité sur le revenu, le bénéfice forfaitaire dans un cas, le bénéfice réel dans l'autre est à l'avantage du premier. Cela se traduit par une différence très importante des cotisations sociales des exploitants (3 200 € par exploitant dans ▹ **l'exemple 4** ◃ contre 11 000 € dans ▹ **l'exemple 5** ◃).

### *Régimes d'imposition : réel et forfait*

*Lorsque le résultat est incertain ou très faible, ce qui n'est pas rare en maraîchage, il vaut parfois mieux être imposé « au réel » plutôt qu'au forfait, contrairement à certaines idées reçues.*
*En effet, le régime du forfait calcule un résultat théorique qui sert de base au calcul de l'impôt, résultat qui peut être supérieur au résultat réel qui sert de base en cas d'imposition « au réel ». De plus le régime du réel permet de ré-affecter les déficits des années passées en déduction de bénéfices ultérieurs et de l'imputer sur le revenu du conjoint, quel que soit son régime d'imposition.*

204105 - Folio : q499 - Type : qINT-19-14-05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche Cyanowa

## Quelles extrapolations possibles à partir de ces cinq exemples?

Le parti pris de ne présenter que des exploitations dégageant un revenu correct pour un temps de travail maîtrisé ne doit pas faire oublier que de nombreux producteurs ont des revenus plus faibles et des temps de travail supérieurs à ceux présentés ici.
Les finalités que chaque agriculteur se donne en termes de revenu et de temps de travail déterminent le modèle économique à mettre en place. Ces finalités peuvent être différentes et en décalage par rapport aux résultats économiques des exemples proposés.
Par contre si les résultats espérés ne sont pas au rendez-vous les cas-types présentés ici peuvent servir de point d'appui pour explorer des pistes d'amélioration.

### *Vivre avec moins d'un hectare de maraîchage ?*

*Sur 6 200 m² aux USA (Maine), Eliot Coleman et Barbara Damrosch vendent pour 120 000 $ (environ 90 000 €) de légumes. Sept personnes y travaillent l'été et quatre en hiver. Environ la moitié de la surface est couverte de tunnels dont certains se déplacent sur rail au gré des besoins des cultures.*
***http://www.fourseasonfarm.com***

*Au Québec, un couple gère les « Jardins de la grelinette » et nourrit 200 familles par semaine (système de paniers hebdomadaires) avec moins d'un hectare. Ils dégagent environ 100 000 $ (75 000€) de ventes annuelles.*
*Le paysan vient de sortir un livre ainsi qu'un film et tient un blog sur internet : la planification de la production est au coeur de la réussite.*
*Jean-Martin Fortier. Le jardinier-maraîcher. Manuel d'agriculture biologique sur petite surface. 2012. Ed. Ecosociété.*
***http://lagrelinette.com/ et http://lejardiniermaraicher.com***

*En France, fin 2011, une étude pluri-annuelle avec l'Inra et AgroParisTech afin de modéliser le système de la ferme du Bec Hellouin (maraîchage en permaculture sans mécanisation). Elle vise à analyser la performance économique possible et le temps de travail nécessaire sur une surface limitée (1000 m²).*
***Voir sur www.fermedubec.com***

*3 - AgroParisTech : école d'ingénieur en agronomie*

204105 - Folio : q500 - Type : qINT-19-04-05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bleinova



M. Conseil/IBB-P.A.I.S.

# 6-3 RÉFLEXIONS SUR LA DURABILITÉ DU MARAÎCHAGE BIOLOGIQUE

Le terme « durabilité » (ou soutenabilité) est issu du concept de développement durable et de ses trois piliers : les domaines environnemental, économique, social ou socio-territorial.

*« Le terme durabilité est un néologisme utilisé depuis les années 90 pour désigner une configuration de la société humaine qui lui permette d'assurer sa pérennité. Cette organisation humaine repose sur le maintien d'un environnement vivable, sur le développement économique à l'échelle planétaire, et, selon les points de vue, sur une organisation sociale équitable. La période de transition vers la durabilité peut se faire par le développement durable ». (Wikipédia).*

Vaste programme dans lequel l'agriculture biologique s'inscrit pleinement ! Or trop souvent l'analyse des exploitations agricoles s'arrête au domaine économique.

## QUELLES MÉTHODES POUR ANALYSER LA DURABILITÉ DES FERMES ?

Le diagnostic de durabilité est un outil qui prend tout son sens dans une réflexion collective entre agriculteurs. On peut situer la durabilité du maraîchage par rapport à d'autres productions et dégager ainsi les forces et faiblesses du maraîchage ou comparer les résultats dans un groupe local de maraîchers.
Pour réaliser des diagnostics de durabilité, rapprochez-vous des structures locales de développement de l'AB ou des organismes spécialisés.

### Il existe plusieurs méthodes avec chacune ses atouts et ses limites :

- **la méthode Idea** (Indicateurs de durabilité des exploitations agricole) du ministère de l'Agriculture
- **le diagnostic de durabilité du Rad** (Réseau agriculture durable)
- **la méthode Dialecte** (Solagro)
- **l'Arbre de l'exploitation agricole durable® du réseau Trame**
- **la grille de durabilité d'InPACT** (InPACT Poitou charentes)
- **le diagnostic agriculture paysanne** (Fadear)
- **RefAB, cadre méthodologique RefAB croisant durabilité et propriétés de l'AB**
- **Icad :** Indicateurs clés de l'Agriculture Durable (FN Civam)

204105- Folio : q501 - Type : qINT-204105 20/10/05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment



# APPLICATION DE LA MÉTHODE DU RAD AU CAS-TYPE N°2 : MARAÎCHAGE DIVERSIFIÉ INDIVIDUEL

La méthode du Rad, construite par et pour les agriculteurs (à l'origine par des éleveurs de l'Ouest) est plus simple et plus synthétique que la méthode IDEA (18 critères contre 42) et retenue dans cet ouvrage par souci de simplicité.
Comme pour toute méthode d'évaluation, celle du Rad n'est pas parfaite : les critères sont discutables et doivent être discutés, leur échelle de notation, aussi. Il n'y a pas, par exemple de critère permettant d'apprécier la qualité gustative ou nutritionnelle des produits (d'ailleurs comment leur donner une note objective ?). Il n'empêche que, globalement, ils permettent une bonne appréciation de la durabilité grâce à la prise en compte d'éléments rarement évalués.

On peut regretter qu'il n'y ait pas d'application spécifique au maraîchage dans cette méthode, au moins pour quelques critères, par exemple la quantité de tourbe utilisée, ressource fossile très peu renouvelable ou le recyclage ou non des bâches plastiques.
La durabilité doit aussi être appréciée en fonction des finalités de chaque agriculteur. Quelques critères subjectifs d'auto-évaluation, comme la qualité de vie, en tiennent compte au moins partiellement.
Comment la durabilité se traduit-elle dans les exploitations de maraîchage biologique ? Un seul exemple est analysé ici, celui de la ▹ **ferme C** ◃ présentée en détail au début du ▹ **chapitre 5** ◃. En effet, le but est d'explorer l'intérêt du diagnostic et non de comparer des systèmes. Pourquoi choisir cette exploitation? Parce qu'elle est assez représentative du maraîchage diversifié individuel avec vente sur les marchés en milieu rural.

*www.idea.portea.fr*

*www.agriculture-durable.org*

*http://dialecte.solagro.org/*

*www.pardessuslahaie.net/trame*

*www.inpactpc.org/criteres-durabilite.html*

*www.agriculturepaysanne.org*

*www.devab.org/RefAB*

204105 - Folio : q502 - Type : qINT-19-04-05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Blanche
Bleinova

# Durabilité économique

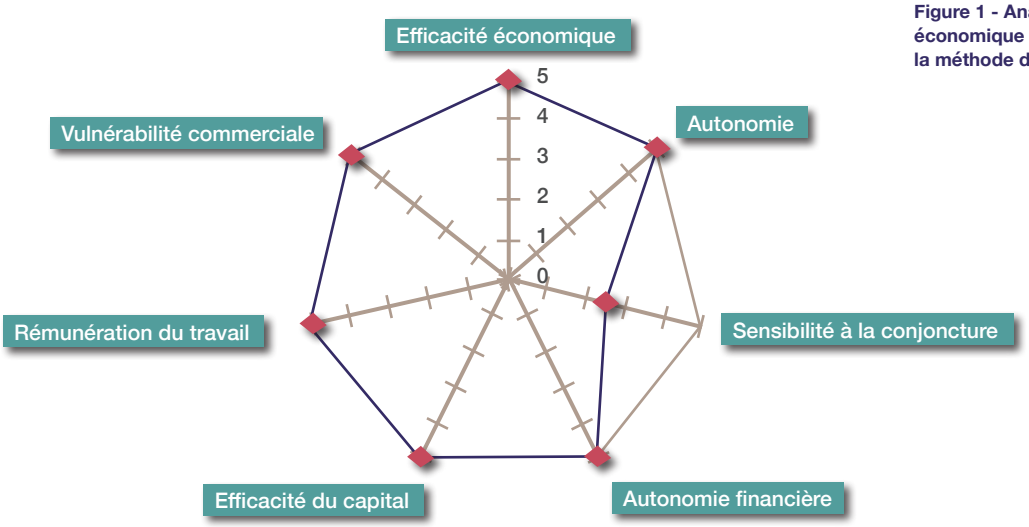



**Figure 1 - Analyse de la durabilité économique de la ferme C selon la méthode du Rad**

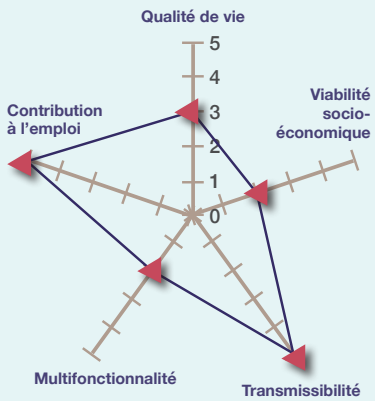
- **Efficacité économique** (valeur ajoutée / produit) : elle atteint la **note maximale (5/5).** Le niveau de la valeur ajoutée est cependant relativement modeste.
- **Autonomie** (marge brute globale / produit) : **note 5/5.** L'exploitation est très peu dépendante vis-à-vis des achats extérieurs.
- **Sensibilité à la conjoncture** : **note 2,5/5.** Cet indicateur est le résultat de plusieurs critères, dont :
  - Taux de spécialisation : **note 0/5.** La ferme est très spécialisée au sens où il n'y a que du maraîchage, mais la grande diversité des légumes cultivées n'est pas prise en compte dans le calcul de l'indicateur.
  - Sensibilité aux aides (aides / résultat courant) : **note 5/5.** Le rapport atteint 17 % si on compte le crédit d'impôt comme une aide.
- **Autonomie financière** (annuités/EBE consolidé) : **note 5/5.** Pas d'emprunt.
- **Efficacité du capital** (Valeur ajoutée/ capital d'exploitation) : **note 5/5.** La valeur ajoutée est supérieure à 40 % du capital d'exploitation.
- **Rémunération du travail** (revenu disponible + main d'œuvre / valeur ajoutée + aides) : **note 5/5.**
- **Vulnérabilité commerciale** (client le plus important /produit) : **note 5/5.**

**La durabilité économique est bonne, voire très bonne. Le seul critère qui n'atteint pas 5 est le taux de spécialisation. Mais le risque de la spécialisation est limité par la sécurité que procure la vente directe.**

204105- Folio : q503 - Type : qINT-204105 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

## Durabilité sociale ou socio-territoriale

**Figure 2 - Analyse de la durabilité sociale de la ferme C selon la méthode du Rad**

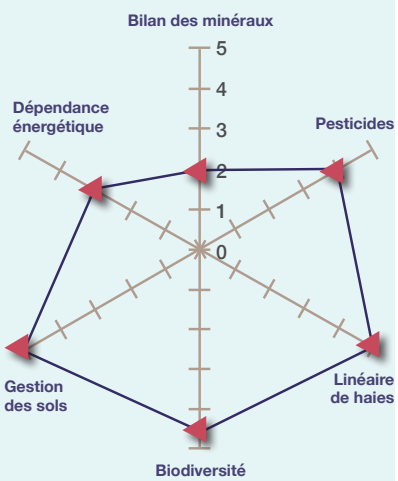



- **Qualité de vie :** note 3/5. La liberté ressentie par la maraîchère est contre-balancée par la crainte d'avoir des ennuis de santé. En cas d'arrêt forcé (maladie, accident, problème familial…), les conséquences peuvent être très graves pour la ferme, surtout en période de pointe.
- **Viabilité économique** (revenu disponible / heure de travail) : note 2/5. C'est le principal point faible du maraîchage diversifié en général. L'objectif de revenu est atteint mais reste faible.
- **Transmissibilité** (capital d'exploitation / UTH) : note 5/5. La valeur du capital d'exploitation est difficile à évaluer. Elle est inférieure à 25 000 € au bilan. La structure vaut sans doute plus du double en cas de vente. En maraîchage diversifié, le niveau de capital reste nettement inférieur à d'autres productions comme l'élevage ou les grandes cultures.
- **Multifonctionnalité** (analyse des pratiques) : ce critère évalue l'impact de la ferme dans l'environnement social (valorisation du patrimoine bâti, transformation à la ferme, accueil touristique, accueil de scolaires ou d'agriculteurs, vente directe) : note 2/5 (accueil de scolaires et vente directe).
- **Contribution à l'emploi** (moyens de production / équivalent Plan agricole départemental) : note 5/5. En production laitière par exemple on prend en compte le quota laitier de la ferme. Au niveau du maraîchage, c'est la surface en culture qui est prise en compte. Il s'agit de culture spécialisée et le Schéma départemental des structures (SDDS) donne un coefficient de 2,5 en plein champ (1ha de maraîchage de plein champ = 2,5 ha en polyculture-élevage) et 5 pour les abris. En prenant 1 ha de plein champ et 0,1 ha sous abri, on atteint l'équivalent de 3ha en polyculture, alors que la SMI est de 20 ha. On atteint donc soit 0,15 SMI sur la ferme étudiée. Il faudrait 7 exploitations identiques pour atteindre 1 SMI !

**La durabilité sociale est contrastée : très bonne pour la transmissibilité et la contribution à l'emploi, moyenne pour la qualité de vie, faible pour le revenu horaire et l'impact local de l'activité.**
**Le souci majeur de cette agricultrice est la difficulté de trouver un remplaçant et de le rémunérer en cas d'arrêt de travail.**

## Durabilité environnementale

**Figure 3 - Analyse de la durabilité environnementale de la ferme C selon la méthode du Rad**




- **Bilan des minéraux** (Unités d'azote / ha SAU) : note 2/5. 10 tonnes de fumier de bovin et 200 kg d'engrais organique, un peu de légumineuses soit une estimation de 80 unités d'N pour 1,20 ha (Txi) soit 67 U/ha.
- **Pesticides (indice de fréquence de traitement = nombre de traitements sur totalité surface)** : note 4/5. Traitement au sulfate de cuivre sur pomme de terre (7 ares).
- **Linéaires de haies** (mL de haies / ha de SAU) : note 5/5. Les parcelles de maraîchage n'ont pas besoin d'être très grandes. Le linéaire de haies peut donc être plus important que dans des productions qui demandent des parcelles plus importantes
- **Biodiversité :** note 4,5/5. 10 critères sont analysés : présence de bandes enherbées, talus et haies entretenus mécaniquement, utilisation d'essences locales ou rares, pas d'OGM, présence de races animales locales menacées, espèces végétales anciennes dans l'assolement, bandes inter-culturales ou

204105 - Folio : q504 - Type : qINT-204105 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bleinova

fauche tardive des jachères, pas d'ensemble cultural supérieur à 6 ha. Un seul critère fait défaut : les talus.

- **Gestion des sols : note 5/5.** Indicateur basé sur deux critères :
  - % de sols nus en hiver. S'il y a plus de 20 % de sol nu, note 0 ; s'il n'y en a pas du tout, note 5. Il n'y a pas de sol nu en hiver sur cette ferme.
  - % de la culture la plus importante dans la surface assolée : c'est la pomme de terre pour 10 % de la surface en plein champ. Ce critère permet d'évaluer la diversité des rotations, donc les risques sanitaires, d'épuisement des sols, etc.
- **Dépendance énergétique** (total équivalent fuel (EQF) / ha de SAU) : **note 3/5.** Le calcul intègre les bâches, dont les ¾ pour les bâches de couverture des tunnels (206 EQF), l'électricité (95 EQF) et le fuel des tracteurs (171 EQF), soit un total de 472 EQF pour 1,20 ha (Txi). Le carburant du fourgon (550 EQF) n'est pas compté pour ne pas fausser la comparaison avec un système de vente en gros : il sert surtout pour les marchés.

**Les deux points faibles sur le plan environnemental sont la quantité d'azote utilisée (raisonnable pour du maraîchage surtout si on tient compte des fortes exportations en éléments minéraux des cultures sous-abri) et la consommation de carburant.**
**Les points forts : la faible utilisation de produits de protection des plantes, la forte présence de haies et la biodiversité.**

## Synthèse et commentaires complémentaires

### Atouts

- bonne viabilité économique,
- autonomie financière : pas d'annuité et autofinancement des investissements,
- faible sensibilité à la conjoncture (vente directe, peu de subventions),
- marché à proximité,
- débouchés sûrs, prix stables,
- sécurité de l'approvisionnement en eau : forage et réserve d'eau,
- bon équipement en matériel,
- habitation sur place,
- terres groupées,
- bâtiments opérationnels et suffisants,
- réseau de maraîchers bio actif sur le département,
- appui technique efficace du Gab,
- impact sur l'environnement limité.

### Contraintes

- structure individuelle : temps de commercialisation élevé, sur-équipement en matériel compte tenu de la surface cultivée, travail complexe,
- métier exigeant sur le plan physique,
- pas de remplaçant en cas d'arrêt de travail,
- potentiel de revenu limité,
- terres plutôt lourdes, mouillantes en partie,
- maison imbriquée dans les bâtiments : difficulté de transmission de l'exploitation sans l'habitation,
- dépendance énergétique non négligeable. Le bilan carbone est néanmoins satisfaisant en raison de la vente des produits à proximité.

### Objectifs de l'agricultrice

**A court terme**
- augmenter la surface de tunnels,
- embaucher un saisonnier à temps partiel en été afin de mieux gérer la période de pointe,
- développer le partenariat avec les autres maraîchers à proximité.

**A long terme**
- la transmission de l'exploitation.

204105 - Folio : q505 - Type : qINT-19-14-05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bleinova


## En résumé

*La dimension économique a une part importante dans les critères d'appréciation d'une exploitation maraîchère. L'essentiel est que chaque maraîcher puisse atteindre le niveau de revenu qui lui convient. Les exemples proposés montrent que c'est possible. Des moyens pour améliorer un résultat technico-économique non satisfaisant sont présentés tout au long de ce guide. La maîtrise du temps de travail qui est souvent un point faible du maraîchage fait d'ailleurs l'objet d'une attention particulière (▷ **voir chapitre 5-5 sur l'organisation du travail** ◁).*

*D'autres finalités, pas forcément chiffrables, sont aussi visées par les agriculteurs biologiques en général et les maraîchers en particulier. La qualité des produits est très souvent mise en avant, la volonté de faire découvrir au consommateur d'autres légumes et la préservation de l'environnement aussi. Ces objectifs sont en accord avec une évolution globale durable de la société.*

*Ces considérations liées à l'existence de débouchés non satisfaits ou potentiels permettent d'être optimistes quant à l'avenir du maraîchage biologique à court et long terme. De nombreux emplois peuvent encore être créés par cette activité comme le montre le nombre important d'installations sur tout le territoire.*


# SOURCES


▷ Jean-Martin Fortier. **Le jardinier-maraîcher. Manuel d'agriculture biologique sur petite surface.** 2012. Ed. Ecosociété.


# RÉDACTION ET RELECTURE


**Rédaction**

▷ **Joseph Argouarc'h**

**Relecture**

▷ Marie-Laëtitia Melliand, Monique Jonis, Frédéric Rey, Aude Coulombel (Itab)

▷ Cyrille Bizien (CFPPA du Rheu)

▷ Christophe Cardet (CDDL49 Chambre d'Agriculture Maine et Loire)

204105- Folio : q506 - Type : qINT-204105 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

**1 CONTACTS UTILES POUR S'INSTALLER *OU* SE CONVERTIR À L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE** ..... **507**

**2 EXEMPLES DE PLANS DE CULTURE** ..... **508**

- EXEMPLE DE PLAN DE CULTURE SUR UNE ROTATION DE SIX ANS EN PLEIN CHAMP DANS UN GRAND JARDIN DE 5 000 M² (CÔTES D'ARMOR) ..... 508
- EXEMPLE DE PLANIFICATION SOUS ABRI (SIX TUNNELS DE 350 M² CHACUN), EN MAYENNE ..... 510

**3 SIGLES** ..... **512**

**4 GLOSSAIRE** ..... **515**

204105- Folio : q507 - Type : qINT-20141505 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Yellow

# I CONTACTS UTILES POUR S'INSTALLER *OU* SE CONVERTIR À L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

**ABioDoc**
*(Centre national de ressources documentaires en agriculture biologique)*
- VetAgro Sup – campus de Clermont-Ferrand, 89 avenue de l'Europe, BP 35, 63370 Lempdes
- Tél. 04 73 98 13 99 - www.abiodoc.com

**Agence BIO**
*(Agence française pour le développement et la promotion de l'agriculture biologique)*
- 6 rue Lavoisier, 93100 Montreuil
- Tél. 01 48 70 48 30 - www.agencebio.org

**APCA**
*(Assemblée permanente des Chambres d'agriculture) et son réseau de référents conseillers bio*
- Tél. 01 53 57 10 10 - www.chambres-agriculture.fr

**Fnab**
*(Fédération nationale d'agriculture biologique) et son réseau de Groupements d'agriculteurs biologiques-Gab)*
- 40 rue de Malte, 75011 Paris
- Tél. 01 43 38 38 69 - www.fnab.org, www.conversionbio.org et www.produire-bio.fr

**Formabio**
*(Réseau thématique de l'enseignement technique agricole dédié à l'agriculture biologique)*
- http://reseau-formabio.educagri.fr

**Ifoam**
*(International Federation of Organic Agriculture Movements)*
- Charles de Gaulle Strasse 5, D-53 113 Bonn, Allemagne
- www.ifoam.org

**Itab**
*(Institut technique de l'agriculture biologique)*
- 149 rue de Bercy, 75 595 Paris cedex 12
- Tél. 01 40 04 50 64 - www.itab.asso.fr

**Safer**
*(Sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural)*
- 91 rue du Faubourg Saint-Honoré, 75008 Paris
- Relais régionaux sur www.safer.fr

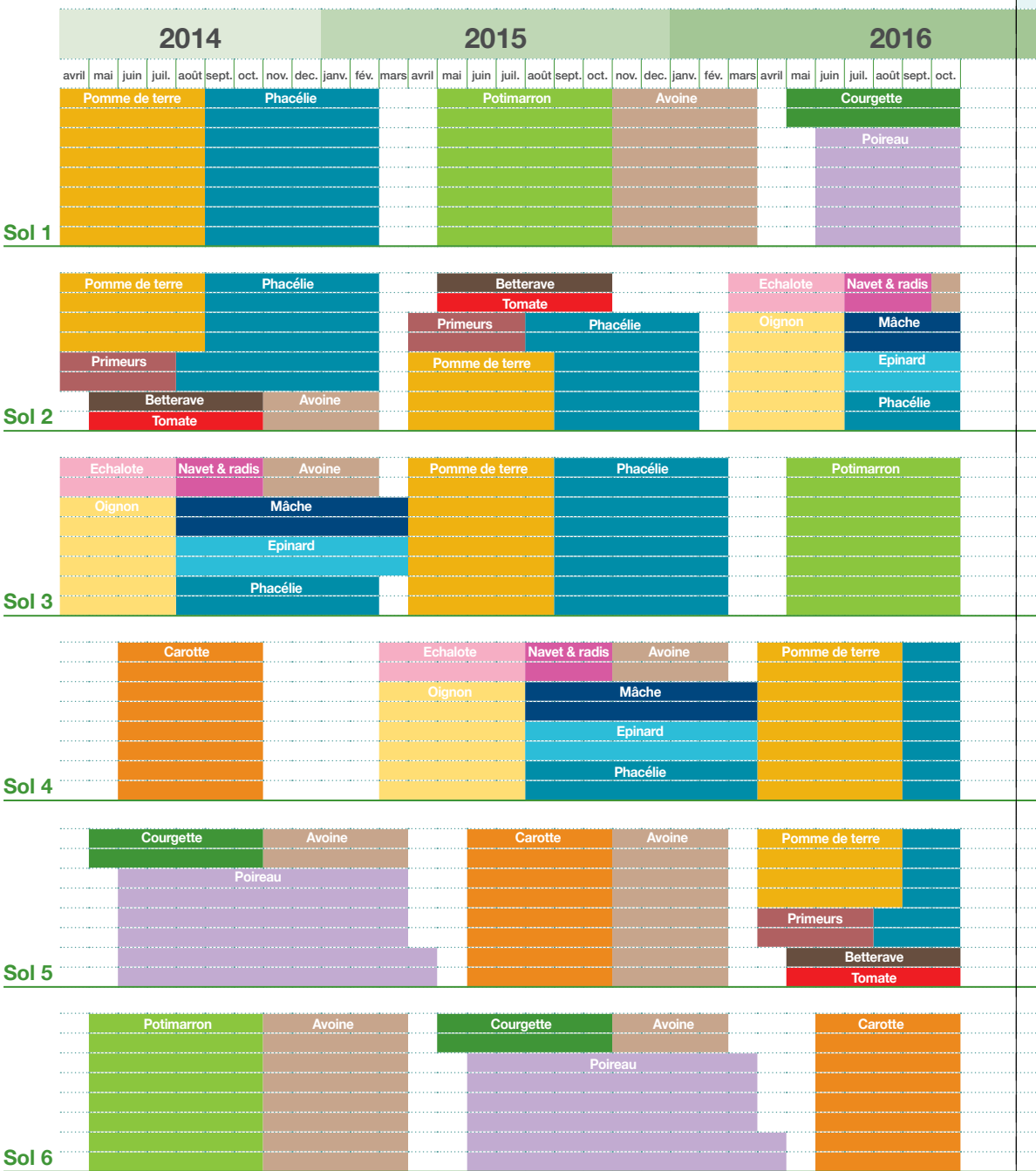
**Terre de Liens**
- 10 rue Archinard, 26400 Crest
- Tél. 09 70 20 31 09 - www.terredeliens.org

204105- Folio : q508 - Type : qINT-204105 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta

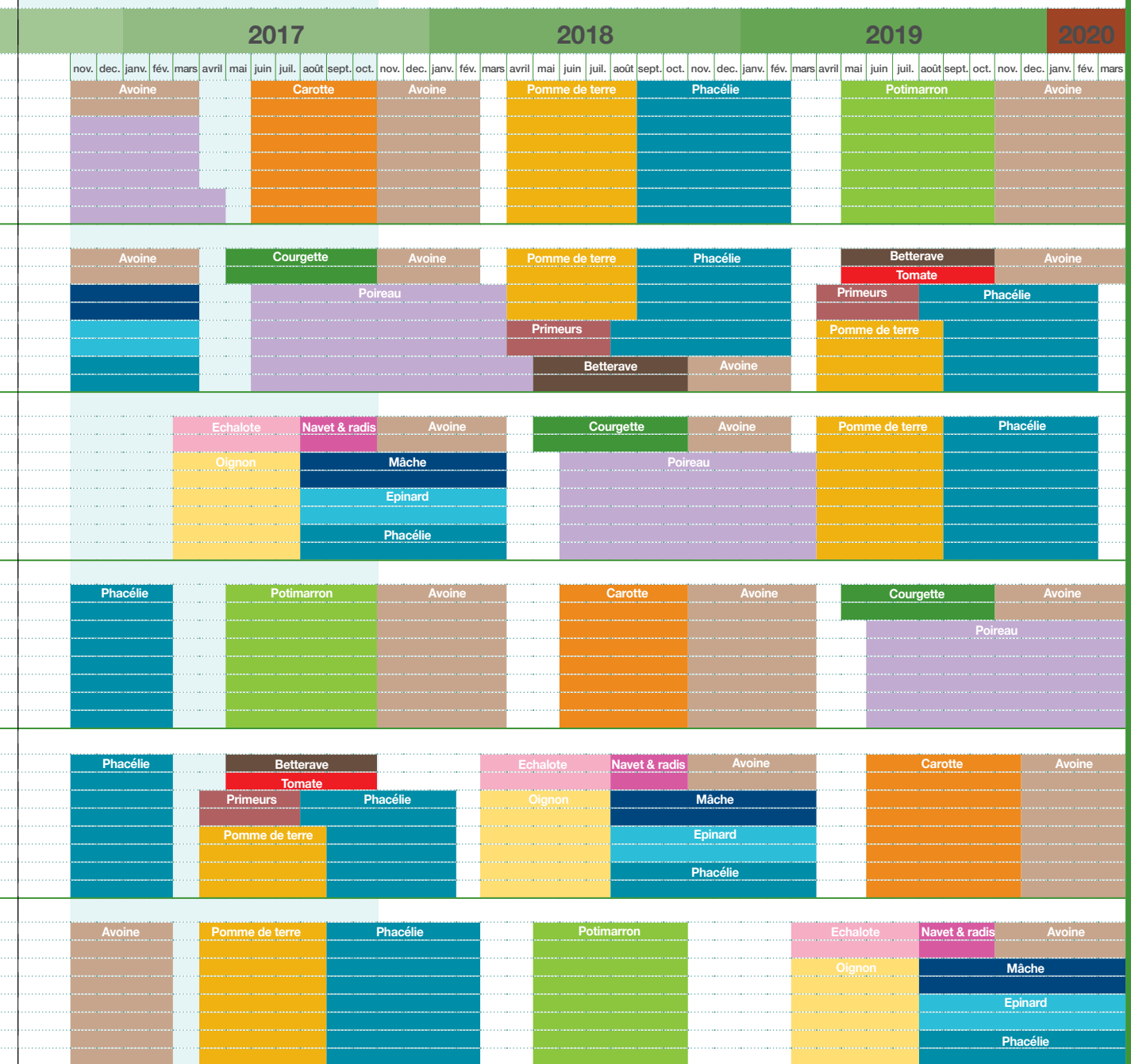
# 2 EXEMPLES DE PLANS DE CULTURE

## 1 - Exemple de plan de culture sur une rotation de six ans en plein champ dans un grand jardin de 5 000 m² (Côtes d'Armor)

Avoine
Betterave
Carotte
Courgette
Echalote
Epinard
Mâche
Navet & radis Noir
Oignon
Phacélie
Poireau
Pomme de terre
Potimarron
Primeurs
Tomate

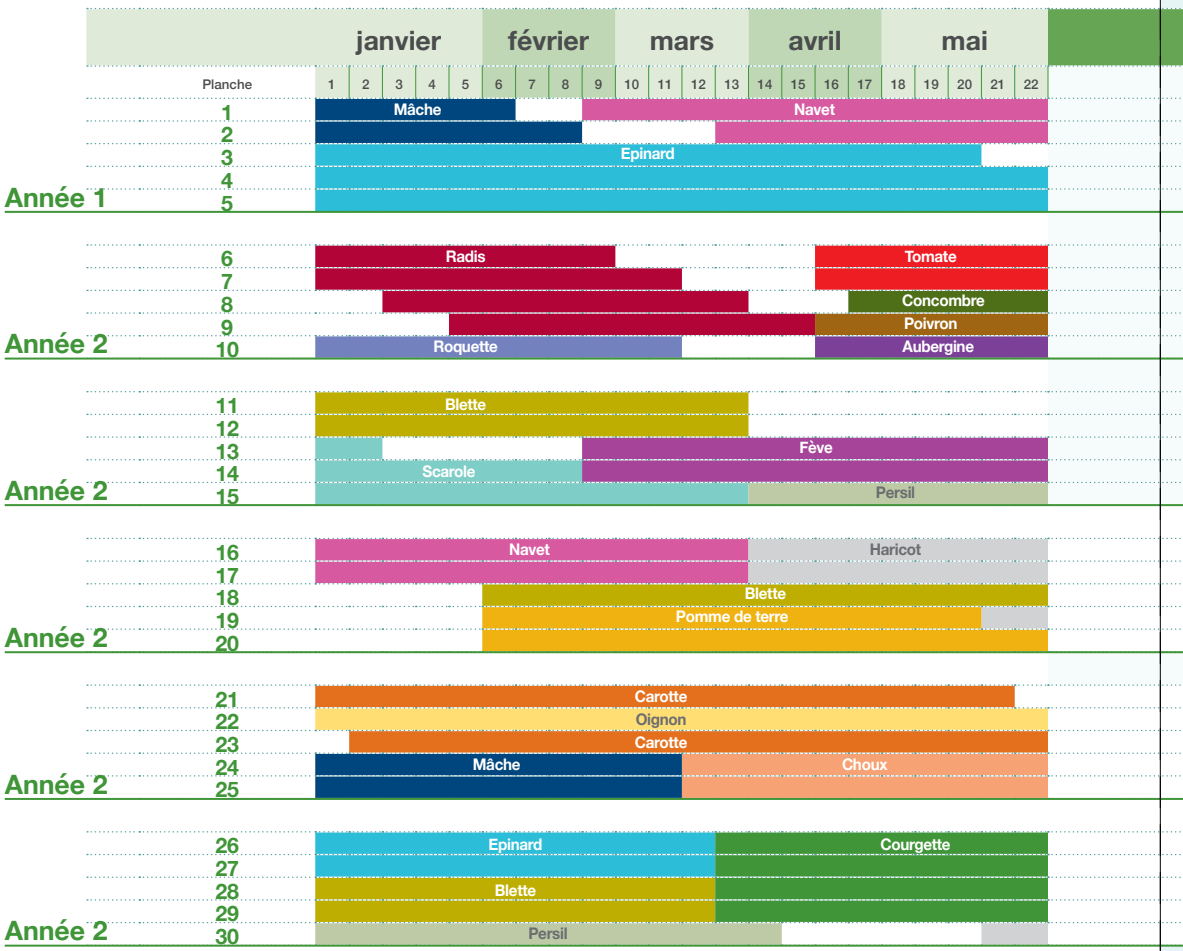


204105- Folio : q509 - Type : qINT-204105 29-04-05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Cyan Magenta



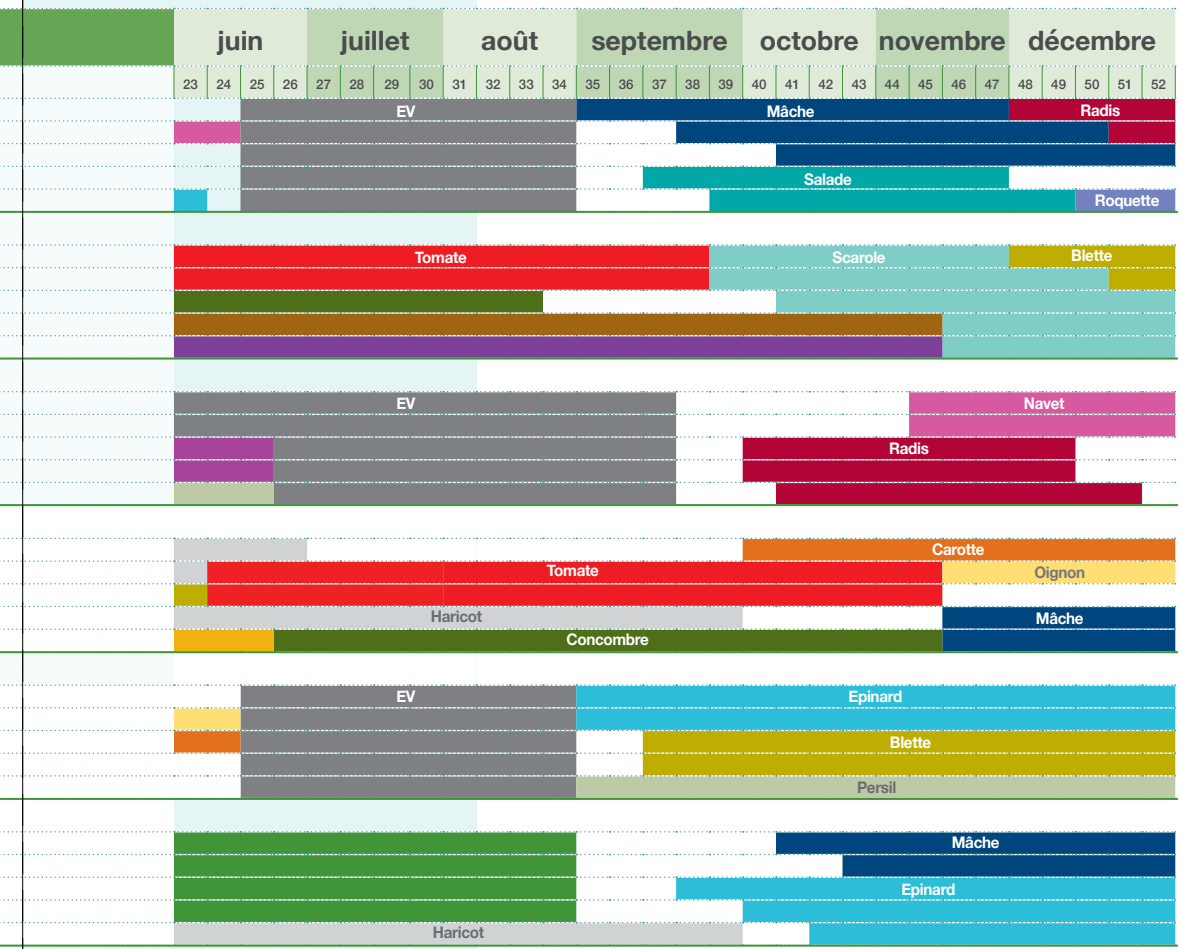
204105- Folio : q510 - Type : qINT-204105 29/04/05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

## 2 - Exemple de planification sous abri (six tunnels de 350 m² chacun), en Mayenne




- Aubergine
- Betterave
- Blette
- Concombre
- Carotte
- Choux
- Courgette
- Epinard
- Fève
- Haricot
- Mâche
- Navet
- Oignon
- Poivron
- Persil
- Pomme de terre
- Radis
- Roquette
- Salade
- Scarole
- Tomate

204105- Folio : q511 - Type : qINT-204105 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta



204105- Folio : q512 - Type : qINT-19-04-05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Bigota

# 3 SIGLES

| | |
|---|---|
| **ABioDoc** | ▹ Centre national de ressources documentaires en agriculture biologique |
| **AC** | ▹ Atmosphère contrôlée |
| **Acpel** | ▹ Association Charente-Poitou d'expérimentation légumière |
| **AdaBio** | ▹ Association de développement de l'agriculture biologique, GAB regroupant quatre départements de Rhône Alpes |
| **Ademe** | ▹ Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie |
| **Afnor** | ▹ Agence française de normalisation |
| **AFPP** | ▹ Association française pour la protection des plantes |
| **Amap** | ▹ Association pour le maintien d'une agriculture paysanne |
| **AMM** | ▹ Autorisation de mise sur la marché |
| **APCA** | ▹ Assemblée permanente des Chambres d'agriculture |
| **BPo (ou PBO)** | ▹ Butoxyde de pipéronyle |
| **BPREA** | ▹ Brevet professionnel responsable d'exploitation agricole |
| **BRDA** | ▹ Bureau de recherche et de développement agricole |
| **BRF** | ▹ Bois raméal fragmenté |
| **BSV** | ▹ Bulletin de santé du végétal |
| **Bt** | ▹ *Bacillus thuringiensis* |
| **CBM** | ▹ Composition biochimique des matières organiques |
| **CC** | ▹ Capacité au champ |
| **CEC** | ▹ Capacité d'échange cationique |
| **CF** | ▹ Coefficient de fixation |
| **CFPPA** | ▹ Centre de formation professionnelle et de promotion agricole |
| **CIPAN** | ▹ Culture intermédiaire piège à nitrates |
| **Civam** | ▹ Centre d'initiatives pour valoriser l'agriculture et le milieu rural |
| **CMS** | ▹ Stérilité mâle cytoplasmique |
| **CMV** | ▹ Cucumber mosaïc virus (virus de la mosaïque du concombre) |
| **CNAB** | ▹ Comité national de l'agriculture biologique, rattaché à l'Inao |
| **Comifer** | ▹ Comité français d'étude et de développement de la fertilisation raisonnée |
| **COV** | ▹ Certificat d'obtention végétale |
| **CTIFL** | ▹ Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes |
| **Cuma** | ▹ Coopérative d'utilisation de matériel agricole en commun |
| **DAR** | ▹ Délai avant récolte |
| **DDAF** | ▹ Direction départementale de l'agriculture et de la forêt (remplacée par les DDT) |
| **DDT(M)** | ▹ Direction départementale des territoires (et de la mer), fusion des DDAF et des DDE |
| **DDE** | ▹ Direction départementale de l'équipement |
| **DGAl** | ▹ Direction Générale de l'Alimentation (ministère de l'agriculture) |
| **DHS** | ▹ Distinction, homogénéité, stabilité |
| **DMP** | ▹ Diamètre moyen pondéré |
| **DRE** | ▹ Délai de rentrée dans la parcelle traitée |
| **Dreal** | ▹ Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement |
| **DV** | ▹ Déchets verts |

204105 - Folio : q513 - Type : qINT-19-04-05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

| | |
|---|---|
| **EBE** | ▹ Excédent brut d'exploitation |
| **Eco-PB** | ▹ Consortium européen pour la sélection végétale en AB |
| **Ensat** | ▹ Ecole nationale supérieure d'agronomie de Toulouse |
| **ESAT** | ▹ Etablissement social d'aide par le travail |
| **ETA** | ▹ Entreprise de travaux agricoles |
| **ETM** | ▹ Eléments traces métalliques |
| **ETP** | ▹ Equivalent temps plein |
| **ETP** | ▹ Evapo-transpiration potentielle |
| **ETR** | ▹ Evapo-transpiration réelle |
| **FiBL** | ▹ Institut de recherche de 'agriculture biologique (Suisse-Allemgne-Autriche) |
| **Fnab** | ▹ Fédération nationale d'agriculture biologique |
| **Fnams** | ▹ Fédération nationale des agriculteurs multiplicateurs de semences |
| **FormaBio** | ▹ Réseau thématique de l'enseignement technique agricole dédié à l'agriculture biologique |
| **Fredon** | ▹ Fédération régionale de défense contre les organismes nuisibles |
| **Gab** | ▹ Groupement d'agriculteurs biologiques |
| **Gabnor** | ▹ Association de développement de l'agriculture biologique dans le Nord et le Pas-de-Calais |
| **GIE** | ▹ Groupement d'intérêt économique |
| **Gnis** | ▹ Groupement national interprofessionnel des semences et plants |
| **Grab** | ▹ Groupe de recherche en agriculture biologique |
| **HE** | ▹ Huile essentielle |
| **Ifoam** | ▹ Fédération internationale des mouvements de l'agriculture biologique/International Federation of Organic Agriculture Movements |
| **Inao** | ▹ Institut national de l'origine et de la qualité |
| **INN** | ▹ Indice de nutrition azotée |
| **Inra** | ▹ Institut national de recherche agronomique |
| **Interfel** | ▹ Association interprofessionnelle des fruits et légumes frais |
| **ISB** | ▹ Indice de stabilité biologique |
| **Ismo** | ▹ Indice de stabilité des matières organiques |
| **Itab** | ▹ Institut technique de l'agriculture biologique |
| **Iteipmai** | ▹ Institut technique interprofessionnel des plantes à parfum, aromatiques et médicinales |
| **Kc** | ▹ Coefficient cultural |
| **KNVF** | ▹ Porte-greffe résistant et interspécifique type KNVF (pour Corky root, Nématodes, Verticillium, Fusarium) |
| **LMR** | ▹ Limite maximale de résidus |
| **MABD** | ▹ Mouvement d'agriculture biodynamique |
| **MAE(T)** | ▹ Mesure agro-environnementale (territorialisée) |
| **MB** | ▹ Matière brute |
| **MIATE** | ▹ Matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux |
| **MO** | ▹ Matière organique |
| **MS** | ▹ Matière sèche |
| **OC** | ▹ Organisme certificateur |
| **OGM** | ▹ Organismes génétiquement modifiés |
| **OILB** | ▹ Organisation internationale de lutte biologique ou **IOBC :** International organisation for biological control |

204105- Folio : q514 - Type : qINT-204105 29/11/05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

| | |
|---|---|
| **OPIE** | ▷ Office pour les insectes et leur environnement |
| **Pac** | ▷ Politique agricole commune |
| **PAIS** | ▷ Plate-forme Agrobiologique d'Interbio Bretagne à Suscinio |
| **PDE** | ▷ Plan de développement économique de l'exploitation |
| **PE** | ▷ Polyéthylènes |
| **PF** | ▷ Point de flétrissement |
| **PII** | ▷ Point info installation |
| **PLRN** | ▷ Pôle légumes région Nord |
| **PNPP** | ▷ Préparation naturelle peu préoccupante |
| **PPAM** | ▷ Plantes à parfum, aromatiques et médicinales |
| **PPP** | ▷ Plan de professionnalisation personnalisé |
| **Prommata** | ▷ Promotion du machinisme moderne agricole à traction animale |
| **PVY** | ▷ Virus Y de la pomme de terre |
| **RDI** | ▷ Répertoire départ-installation |
| **RGA** | ▷ Ray grass anglais |
| **RGI** | ▷ Ray grass d'Italie |
| **RMT** | ▷ Réseau mixte thématique |
| **RU** | ▷ Réserve utile |
| **SA** | ▷ Substance active |
| **Safer** | ▷ Société d'aménagement foncier et d'établissement rural |
| **SB** | ▷ Substance de base |
| **SDDS** | ▷ Schéma directeur départemental des structures |
| **Serail** | ▷ Station expérimentale Rhône Alpes interprofessionnelle légumes |
| **SMI** | ▷ Surface minimale d'installation |
| **SRAL** | ▷ Service régional de l'alimentation |
| **SRPV** | ▷ Service régional de la protection des végétaux |
| **STEP** | ▷ Station d'épuration |
| **TMS** | ▷ Troubles musculosquelettiques |
| **TSWV** | ▷ Virus de la mosaïque bronzée de la tomate |
| **TYLCV** | ▷ Tomato yellow leaf curl virus (virus de la maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate) |
| **UTH** | ▷ Unité de travail humain |
| **UV** | ▷ Ultra-violet |
| **VA** | ▷ Valeur ajoutée |
| **ZNT** | ▷ Zone non traitée |
| **ZRE** | ▷ Zone de répartition des eaux |

204105- Folio : q515 - Type : qINT-204105 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

# 4 GLOSSAIRE

| | |
|---|---|
| ***Abiotique*** | Les facteurs abiotiques représentent l'ensemble des facteurs physico-chimiques d'un écosystème (structure du sol, salinité, température, lumière, altitude...) |
| ***Acide nucléique*** | L'ADN et l'ARN sont 2 types d'acides nucléiques |
| ***Actinomycètes*** | Bactéries anaérobies qui présentent une ressemblance morphologique avec les champignons et dont la plupart vivent dans le sol |
| ***Aérophore*** | Organe ou sécrétion facilitant la sustentation dans l'air. Ex : le fil de soie de l'acarien accroît sa portance et donc la distance à laquelle il est déplacé lorsqu'il est emporté par le vent |
| ***Allélopathie*** | Interactions biochimiques directes ou indirectes, positives ou négatives, d'une plante sur une autre |
| ***Anaérobiose*** | Zone du sol dans laquelle l'air ne circule plus, suite à un excès d'eau ou à un tassement excessif |
| ***Anoxie*** | État d'un milieu privé d'oxygène ; dans le sol les zones d'anoxie sont défavorables au développement racinaire et à l'activité biologique |
| ***Antagoniste*** | Capables d'empêcher le développement de certains champignons pathogènes |
| ***Anthropisé*** | Se dit d'espaces, paysages, écosystèmes ou milieux semi-naturels transformés sous l'action de l'homme |
| ***Apex*** | Extrémité d'une racine ou d'une tige |
| ***Aphidiphage*** | Qui se nourrit de pucerons |
| ***Apode*** | Sans pattes (ex. insecte apode) |
| ***Arpenteuse*** | Se dit de certaines chenilles de papillons de nuit qui se déplacent non pas en rampant mais en rapprochant la partie postérieure des pattes antérieures pour former une boucle puis en allongeant tout le corps, puis en répétant ce mouvement comme si elles mesuraient le terrain à la façon d'un arpenteur |
| ***Bio-agresseurs*** | Ensemble des organismes vivants (animaux, champignons, bactéries…) susceptibles de perturber ou de compromettre partiellement ou totalement le développement et la production des plantes cultivées |
| ***Bio-pesticides*** | Substances naturelles (organiques ou minérales), c'est-à-dire non issues de la chimie organique de synthèse, ayant une action biocide directe (fongicide, insecticide…) sur des organismes vivants (ravageurs, pathogènes) |
| ***Biocide*** | Étymologiquement : bio + cide = « qui tue la vie » |
| ***Biotique*** | Les facteurs biotiques représentent l'ensemble des interactions du vivant sur le vivant dans un écosystème |
| ***Cavicole*** | Animaux ayant besoin de cavités pour s'abriter et/ou se reproduire |
| ***Cellules scléreuses*** | Cellules composant le sclérenchyme (tissu de soutien des végétaux supérieurs). La fonctionnalité de ces cellules s'acquiert après leur mort : elles disposent d'une paroi épaissie (rigidifiée) et lignifiée (imperméabilisée) |
| ***Chlamydospore*** | Spore de multiplication végétative avec une paroi épaisse garantissant sa conservation pendant plusieurs années |
| ***Cléistothèce*** | Organe en forme de sphère, sans ouverture, qui contient les asques et les ascospores chez certains champignons ascomycètes. A maturité, il s'ouvre par éclatement, libérant les spores. |
| ***Commensalisme*** | Une seule espèce tire avantage d'une association, mais sans préjudice pour l'autre |
| ***Conidie (ou conidiospore)*** | Spore assurant la multiplication asexuée des champignons et non capable de mobilité autonome |
| ***Coprophage*** | Qui consomme des matières fécales. Ce sont, pour la plupart des insectes, Coléoptères ou Diptères, généralement spécifiques des excréments d'un animal. |

204105- Folio : q516 - Type : qINT-20140505 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

| | |
|---|---|
| ***Diapause*** | Arrêt de la croissance, pendant un temps donné, au cours du cycle de vie. Chez les insectes, la diapause peut intervenir aussi bien pour la larve que pour la nymphe. La diapause permet à l'animal de passer sans dommage le(s) moment(s) de l'année où les conditions climatiques lui sont défavorables (trop froides, trop chaudes...) |
| ***Echaudage*** | Maladie physiologique de la conservation des fruits qui se caractérise par des taches brunes sur l'épiderme, la chair sous ces taches peut également être altérée (structure, couleur, goût). Selon les espèces (melon, poivron…), certaines variétés sont plus sensibles que d'autres et des facteurs comme un excès de soleil, des maladies ou des carences nutritionnelles jouent un rôle aggravant. |
| ***Ecotype*** | Variété d'une espèce donnée qui présente des caractéristiques nouvelles adaptées à des habitats différents. Les caractéristiques propres à l'écotype sont héréditaires. |
| ***Ecto-parasite*** | Parasite externe, c'est-à-dire qui vit sur la surface d'un être vivant. Chez l'humain : tique, pou, puce... |
| ***Eliciteur*** | Molécule qui déclenche les mécanismes de défense des plantes, avec production de substances défensives |
| ***Entomopathogène*** | Se dit des organismes (champignons, bactéries, virus, nématodes) capables de s'attaquer aux insectes et de causer leur mort. Naturellement présents dans les écosystèmes, ils participent à la régulation des populations d'insectes, ils sont pour ces raisons recherchés comme auxiliaires de lutte biologique. |
| ***Espèce indigène*** | Spontanément présente dans la région où l'on se trouve |
| ***Etiolement*** | Allongement exagéré des tiges des plantules, fragilité des tiges et décoloration |
| ***Faim d'azote*** | Carence azotée d'une culture suite à l'utilisation de l'azote minéral du sol par les bactéries pour dégrader une matière organique riche en carbone, par exemple une paille de céréales |
| ***Feutrage*** | Couche, ayant un peu l'aspect du feutre, constituée par le mycélium et/ou les fructifications d'un champignon, et qui recouvre les organes de la plante atteinte par ce champignon |
| ***Fixation symbiotique de l'azote*** | C'est le processus par lequel des micro-organismes convertissent l'azote atmosphérique gazeux en azote organique, majoritairement réalisé par des bactéries du genre *Rhizobium*, en association avec des Fabacées |
| ***Floricole*** | Individu se nourrissant de pollen et/ou de nectar |
| ***Hématophage*** | Se dit d'un animal qui se nourrit de sang |
| ***Holométabole*** | Se dit des insectes dont le passage de l'état larvaire à adulte se fait par l'intermédiaire d'un état nymphal. Les larves et les adultes de ces insectes ont, en général, une morphologie et des modes de vie très différents (ex : chenille/papillon ou asticot/mouche). A contrario, pour les insectes hétérométaboles il n'y a pas de stade nymphal, les stades larvaires sont semblables aux adultes ils sont seulement plus petits, dépourvus d'ailes et de capacités de reproduction (ex : criquets, punaises…). |
| ***Hyphe*** | L'appareil végétatif (de nutrition) de certains champignons se compose d'éléments de base appelés hyphes. Ce sont des filaments qui forment un réseau ramifié nommé le mycélium. Des hyphes de champignons émergent les spores. |
| ***Hypocotyle*** | Partie de la tige d'une plantule qui se situe en-dessous des cotylédons |
| ***Imago*** | Stade final d'un individu dont le développement se déroule en plusieurs phases (souvent œuf, larve, imago). Ce terme est en général utilisé pour les arthropodes, mais aussi pour les amphibiens. |
| ***Inféodé*** | Se dit d'une espèce très fortement dépendante d'une autre espèce ou d'un milieu donné(e) |
| ***Labile*** | Une matière organique labile est une matière organique qui ne reste pas longtemps dans le sol car elle y est rapidement dégradée |
| ***Lignolytique*** | Qui dégrade la lignine |
| ***Limonoïde*** | Les limonoïdes sont des composés chimiques abondants dans les agrumes. Ils ont souvent des effets thérapeutiques (antiviral, antifongique....). Ils peuvent être responsables de la saveur amère des fruits. |
| ***Macrofaune*** | Ensemble des petits animaux de 4 à 80 mm |
| ***Macule*** | Lésion cutanée, visible mais non palpable, sous forme d'une tache de couleur et de taille variables. Elle ne présente pas de relief notable à la surface de la peau. |
| ***Mésofaune*** | Ensemble des petits animaux, visibles à la loupe, dont la taille est comprise entre 0,2 et 4 mm |
| ***Mycélium*** | Partie végétative des champignons ou de certaines bactéries filamenteuses. Il est composé d'un ensemble de filaments, plus ou moins ramifiés. |
| ***Mycorhize*** | Association symbiotique entre une plante et un champignon |

204105- Folio : q517 - Type : qINT-204105 20/04/05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Pigment

| | |
|---|---|
| ***Nécrophage*** | Les organismes nécrophages trouvent leurs proies déjà mortes, ou encore mourantes : ils se nourrissent de cadavres |
| ***Parasite*** | Contrairement au prédateur, le parasite établit une relation étroite avec un individu d'une autre espèce en vit à ses dépens (nourriture et parfois protection). Le parasite ne provoque pas forcément la mort de son hôte, même s'il l'affaiblit. |
| ***Parasitoïde*** | Type de parasite particulier dont le développement entraîne systématiquement la mort de l'hôte |
| ***Parthénocarpie*** | Production de fruits sans fécondation d'ovule. Le fruit se développe comme si la fleur avait été fécondée, mais le fruit est vide de graines. |
| ***Parthénogénèse*** | Mode de reproduction asexuée : les gamètes femelles ont la faculté de donner un nouvel individu, sans qu'ils aient besoin d'être fécondés. Tous les individus ainsi engendrés sont des femelles. Ce mode de reproduction est courant chez les insectes et peut cohabiter chez certaines espèces avec une reproduction sexuée (avec fécondation). |
| ***Pédogénèse*** | Formation des sols au cours du temps |
| ***Phénologie*** | Étude de l'apparition d'événements périodiques dans le monde vivant, déterminés par les variations saisonnières du climat : floraison, fructification, coloration des feuilles... |
| ***Phytophage*** | Organisme qui se nourrit de végétaux |
| ***Piqûre d'essai*** | Piqûre très brève permettant au puceron de reconnaître si la plante sur laquelle il s'est posé est un hôte favorable à son développement |
| ***Plant d'arrachis*** | Plant arraché dont les racines sont apparentes |
| ***Poils absorbants*** | Excroissances de certaines cellules racinaires, spécialisées dans l'absorption de l'eau et des éléments minéraux du sol |
| ***Pourridié*** | Maladie causée par un champignon, l'armillaire *(Armillaria mellea)* s'attaquant aux souches des arbres et pouvant se propager aux arbres voisins, surtout s'ils sont affaiblis pour une raison ou pour une autre. Favorisée par l'humidité du sol et la présence de bois en décomposition. |
| ***Prédateur*** | Le prédateur chasse et tue des proies d'une autre (voire de la même) espèce, pour s'en nourrir et/ou nourrir sa descendance |
| ***Racine fasciculée*** | Les racines adventives sont disposées en faisceau à la base de la tige |
| ***Racine pivotante*** | La racine principale est prédominante, les racines adventives quasiment pas développées.<br>Ex : la carotte |
| ***Résilience*** | Capacité d'un système (écosystème ou agrosystème) ou d'une espèce à récupérer un fonctionnement ou un développement normal après avoir subi une perturbation |
| ***Rhizosphère*** | Volume du sol le plus proche des racines, influencé par ces dernières et par les micro-organismes associés |
| ***Ripisylve*** | Ensemble des formations boisées, buissonnantes et herbacées présentes sur les rives d'un cours d'eau |
| ***Rostre*** | Pièce buccale modifiée pour percer et aspirer chez des insectes suceurs (Hémiptères) et chez certains parasites telle la tique |
| ***Saprophyte*** | Se dit d'un organisme, souvent un champignon, capable de se nourrir par absorption (et non par ingestion), de matières organiques mortes |
| ***Sclérote*** | Fructification typique de certains champignons, en forme de coupe, d'une taille allant de quelques millimètres à un centimètre environ, et produisant asques et ascospores. C'est une forme de conservation très résistante. |
| ***SMI*** | La surface minimale d'installation est fixée par chaque Schéma directeur départemental des structures agricoles pour chaque région naturelle du département et chaque nature de culture. Elle varie selon les départements et tient compte de la nature des cultures et des élevages pratiqués par le biais de coefficients de pondération. Elle est révisée périodiquement. |
| ***Sol soufflé*** | Sol contenant de grands volumes d'air suite à une incorporation massive de résidus de culture ; un sol soufflé peut gêner la germination, les graines n'étant pas suffisamment en contact avec la terre |
| ***Strate herbacée*** | Elle est composée d'herbacées (dont notamment herbes et adventices), jusqu'à 1 m, 1,50 m de hauteur à maturité. C'est la strate dominante dans de nombreux milieux ouverts terrestres ; pelouse, lande rase, tourbière, prairie… |
| ***Structure colloïdale*** | Suspension d'une ou plusieurs substances formant une dispersion homogène de particules |
| ***Symbiose*** | Association permanente et intime, entre deux organismes d'espèces différentes et qui se traduit par des effets bénéfiques aussi bien pour l'un que pour l'autre |

204105- Folio : q518 - Type : qINT - 20-10-05 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Magenta

| | |
|---|---|
| ***Taxonomie*** | Science qui vise à décrire, à nommer puis à classer les organismes vivants. La diversité taxonomique est donc celle des organismes vivants d'un écosystème plus large que la diversité fonctionnelle qui se rapporte à des organismes « utiles » du point de vue de l'agriculture |
| ***Tellurique*** | Se dit d'organismes vivant dans le sol, par exemple des champignons. Ces derniers contaminent alors les cultures soit par les racines, soit par des organes aériens en contact avec le sol. |
| ***Terricole*** | Espèce qui vit sur la terre ou dans la terre |
| ***Translaminaire*** | Capaicité d'une substance à migrer de la surface des feuilles vers les tissus internes |
| ***Txi*** | Taux d'intensification (Txi) : total de surface en légumes de plein champ additionné de la surface sous abri multipliée par six. Txi = ha PC +(ha SA x 6). Il s'agit d'un indicateur conçu par les ADEAR. |
| ***Ubiquiste*** | Capacité d'un être vivant à habiter dans des biotopes variés. Pour un pathogène, cela signifie qu'il est susceptible d'agir sur de nombreuses espèces différentes. |
| ***UTH*** | Unité de travail humain. Correspond au temps de travail d'une personne à plein temps. |
| ***Vernalisation*** | Période de froid subie par la plante ou la graine, et nécessaire pour la faire passer du stade végétatif au stade reproductif, donc de germer puis fleurir |
| ***Vers anéciques*** | Vers de terre qui construisent des galeries verticales pour aller chercher leur nourriture en surface |
| ***Vivipare*** | Une espèce est vivipare lorsque l'embryon se développe, avec son aide, à l'intérieur de sa mère, contrairement à l'oviparité. |
| ***Zoophage*** | Organisme dont le régime alimentaire est constitué d'animaux, de matières animales ou de substances d'origine animale |

204105- Folio : q519 - Type : qINT-20140505 13:43:40
L : 200 - H : 250 - Couleur : Yellow

# NOTES