

Les engrais verts en maraîchage biologique

La culture d'engrais verts est une des pratiques de base de l'agriculture biologique. La culture, puis l'incorporation dans le sol d'une couverture végétale permet de maintenir ou d'améliorer la fertilité des sols. En maraîchage, les engrais verts constituent une des réponses aux nombreuses préoccupations rencontrées : protection ou amélioration de la structure du sol, stimulation de l'activité biologique, maîtrise des adventices et éventuellement protection phytosanitaire.

Importance et rôles des engrais verts

Les engrais verts, acteurs de la fertilité des sols

Les engrais verts jouent un rôle important dans le maintien ou l'augmentation de la fertilité des sols : ils protègent et améliorent la structure, stimulent l'activité biologique et permettent une meilleure disponibilité des éléments fertilisants pour la culture suivante. En outre, leur rôle environnemental est fondamental : cultivés en inter-culture automnale, ils limitent le lessivage des nitrates et l'érosion des sols, qui sont autant d'inconvénients dus aux sols nus.

Les engrais verts agissent sur la structure du sol en surface et en profondeur

- **En présence de l'engrais vert**, le couvert végétal assure une protection mécanique de la surface contre l'effet destructurant des pluies (battance et prise en masse), du vent (érosion éolienne) et du soleil (dessèchement). Les racines augmentent la cohésion et le maintien du sol en place, diminuant ainsi les risques d'érosion. Cet effet, associé à l'effet couverture, diminue considérablement les pertes de terre fine (et fertile...) en zones sensibles. L'action mécanique des racines en profondeur provoque la fissuration du sol, et ce d'autant plus que le système racinaire est dense et puissant. Ce phénomène est particulièrement important avec les Graminées (seigle, triticale, orge), et dans une moindre mesure avec certaines Crucifères (radis fourrager, navette) dont le chevelu racinaire est moyennement dense mais qui ont un pivot puissant.

- **Après destruction de l'engrais vert**, l'incorporation d'une grande quantité de biomasse fraîche stimule l'activité biologique. Les vers de terre, qui se nourrissent des débris végétaux, prolifèrent. En creusant des galeries, ils augmentent la porosité du sol et facilitent ainsi le resuyage et l'aération.



Les Crucifères, en se développant rapidement, assurent une protection efficace de la surface du sol



Le système racinaire des Graminées fourragères est un des plus efficace pour fissurer le sol

L'abondance de nourriture fermentescible stimule aussi l'activité microbienne. La dégradation de cet apport de matière organique libère des produits transitoires qui sont particulièrement actifs sur la stabilité structurale par leurs propriétés agrégantes. L'effet sur la stabilité structurale est fugace mais néanmoins intense. La rapidité de décomposition dépend notamment du rapport C/N, qui est plus faible pour les couverts pauvres en lignine et cellulose et/ou riches en azote (Crucifères, Légumineuses, couverts jeunes peu lignifiés).

Les engrais verts "nourrissent" le sol...

en participant à l'entretien de la matière organique et en facilitant la disponibilité des éléments nutritifs.

- **Les engrais verts n'augmentent pas - ou peu - le taux d'humus** des sols car ils sont en général très fermentescibles et se dégradent rapidement. La formation de composés pré-humiques et humiques est faible mais dépend cependant fortement du type d'engrais vert et de son âge lors de la destruction. Ainsi, un sorgho fourrager cultivé pendant plusieurs mois l'été sera lignifié et participera à l'entretien du taux de matière organique du sol.
- **Ils améliorent la disponibilité en éléments fertilisants** de façon quantitative et qualitative.
 - Avec des rendements en matière sèche de 3 à 6 t/ha, les quantités d'éléments fertilisants contenues dans les parties aériennes des couverts dépassent couramment 100 unités d'azote, 30 de phosphore et 150 de potassium, avec des nuances selon les familles. Ainsi, les Légumineuses sont plus riches en azote, qu'elles puisent directement dans le sol ou dans l'air par l'intermédiaire de bactéries symbiotiques. Les Crucifères sont plus riches en potassium et les Graminées sont généralement

moins riches en ces deux éléments.

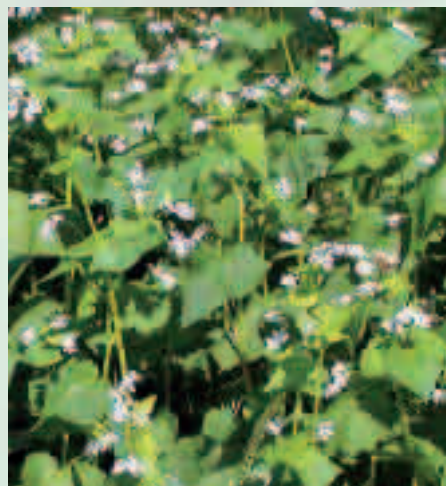
- L'enracinement profond de certains engrais verts (Graminées, luzerne...) permet de prélever des éléments en profondeur et de les restituer en surface après destruction. Les nutriments sont alors disponibles pour une culture à enracinement moins profond. Cet effet est particulièrement intéressant vis-à-vis des nitrates qui sont très mobiles et migrent en profondeur avec le flux d'eau : les engrais verts jouent un rôle environnemental majeur en limitant le lessivage de l'azote.
- Certains engrais verts possèdent des aptitudes particulières pour prélever des nutriments. Ainsi, la moutarde et le sarrasin seraient particulièrement efficaces pour extraire le phosphore (Pousset, 2000), les Crucifères auraient la capacité d'extraire du potassium des minéraux silicatés du sol (Aubert, 1980) et seraient efficaces pour absorber et restituer le soufre (Pousset, 2000).

Ces éléments nutritifs peuvent ensuite être mis à disposition de la culture suivante, plus ou moins complètement et rapidement, en fonction de la rapidité de la décomposition du couvert. On considère que le phosphore et le potassium se trouvent sous des formes organiques facilement assimilables après transformation microbienne, et qu'ils sont aussi bio-disponibles que ceux apportés par les engrais les plus solubles. L'azote sera minéralisé mais ne sera disponible qu'en partie, estimée à 25%, avec une grande variabilité en fonction de la teneur du couvert en azote, du rapport C/N, des conditions pédo-climatiques...

Des engrais verts pour maîtriser les adventices

Le pouvoir concurrentiel des engrais verts vis-à-vis des adventices s'explique par différents phénomènes :

- la concurrence directe, pour les engrais verts dont le développement est suffisamment rapide pour étouffer les adventices (le sorgho fourrager, les Crucifères, le sar-



Le pouvoir nettoyant du sarrasin est particulièrement efficace contre les adventices

Tableau 1 - Espèces intéressantes contre les adventices

Engrais vert	Observations
Sarrasin	Espèce inhibant très nettement la croissance des adventices
Seigle, RGI	Bonne concurrence
Crucifères	Colza, radis fourrager, navette fourragère, moutarde : plantes vigoureuses, très bonne concurrence
Graminées	Association Graminée (blé, orge, avoine) et Légumineuse fourragère (vesce, trèfle, mélilot) assurent une bonne concurrence

Tableau 2 - Cultiver une espèce voisine de l'espèce présente (d'après Pousset)

Flore adventice présente	Choix de l'engrais verts
Chiendent, vulpin, folle avoine	Céréales et Graminées fourragères
Moutarde, radis sauvage (ravenelle)	Crucifères
Rumex, oseille, renouée	Sarrasin

- rasin et le chanvre ont un effet radical) ;
- la sécrétion de toxines qui inhibent la germination et le développement des adventices -c'est le cas du sarrasin et du seigle (Pousset, 2000).

Certaines espèces ont un intérêt très net contre l'ensemble des adventices (tableau 1). D'autres ont un intérêt particulier contre une espèce d'adventice : c'est le cas de l'avoine contre le chardon. Il semble également intéressant de semer en engrais vert une espèce voisine de l'adventice, comme par exemple l'avoine contre la folle avoine, le seigle contre le chiendent (tableau 2). Enfin, pour limiter le développement d'espèces nitrophiles (mourron, ortie), on sèmera un engrais vert fort consommateur d'azote comme la moutarde, le sarrasin ou le maïs.

En revanche, surtout si les conditions de germination ou de développement sont médiocres, certaines espèces à croissance assez lente laissent les adventices envahir la parcelle et favorisent leur maintien, notamment en cas de montée à graines de celles-ci. C'est le cas de :

- certaines Graminées dans des conditions de culture trop chaudes (sous abris par exemple), comme le ray-grass italien et le ray-grass anglais ;
- certaines Légumineuses fourragères si elles sont semées seules, comme la féverole, mais aussi la vesce et le trèfle incarnat ;



Les tagetes minuta ont des propriétés nématocides vis-à-vis de Meloidogyne

- la phacélie, particulièrement en conditions trop chaudes (engrais vert d'été sous tunnel) ou trop froides.

Les engrais verts ne sont pas forcément conseillés en cas de fort enherbement : des binages répétés seront plus efficaces contre les vivaces (chiendent ou liseron) ; la solarisation dans le sud de la France aura un effet plus important contre les adventices qu'un engrais vert.

L'incidence des engrais verts sur les maladies et ravageurs

L'utilisation des engrais verts peut répondre à un objectif précis de lutte contre les ravageurs et les maladies. C'est le cas des Crucifères qui ont des propriétés désinfectantes ou de certains engrais verts nématocides (tableau 3).

En revanche, dans certains cas, leur impact est négatif car les engrais verts peuvent

Tableau 3 - Effets positifs des engrais verts sur maladies et ravageurs

Espèces	Incidence
Crucifères : colza fourrager, moutarde, radis fourrager	Effet désinfectant du sol par libération de composés soufrés
Moutarde, radis fourrager (certaines variétés)	Application possible de la bio-désinfection
Ray Grass italien	Nématocide sur <i>Heterodera schachtii</i> (nématode de la betterave)
Tagetes, crotalaire	Plante piège de la hernie des Crucifères
	Propriétés nématocides vis-à-vis de <i>Meloidogyne</i>

Tableau 4 - Risques de certains engrais verts vis-à-vis de ravageurs et maladies

Espèces	Incidence
Crucifères : colza fourrager, moutarde, radis fourrager	Hôtes de la hernie des crucifères et de nombreux ravageurs (piéride, mouche du chou, noctuelles, limaces...)
Phacélie	Hôte du virus Y de la pomme de terre (PVY) et de quelques ravageurs (pucerons, thrips, aleurodes)

être hôtes de maladies et virus ou s'avérer très appétents vis-à-vis des limaces (tableau 4).

Il faut donc parfois éviter de faire un engrais vert, car il risque de favoriser le développement de maladies et ravageurs :

- en cas de forte infestation de **taupins**, il est préférable de laisser un sol nu et sec en période estivale : cette technique permettra de limiter les pontes (absence de végétation) et de permettre la dessiccation des œufs ;
- de même, en présence de fortes populations de **campagnols**, le maintien d'un sol nu et des opérations régulières de travail du sol pourraient s'avérer préférables à un engrais vert ;
- en cas de forte infestation en **limaces** dans la parcelle, la culture d'engrais verts est généralement déconseillée, car elle favorise leur conservation ;
- on a constaté la présence de **Rhizoctonia** sur navette en semis de printemps (Guillaume, 2003) et de **Sclerotinia** sur navette, moutarde blanche et phacélie en semis d'automne sous abri.

Les critères de choix d'un engrais vert

Le choix de l'espèce ou du mélange d'espèces à semer en engrais verts sur une parcelle donnée dépendra de l'objectif : le but de cette interculture est-il d'améliorer la structure du sol, de limiter les risques d'érosion, d'enrichir le sol en azote, ou de diminuer la population de nématodes ? D'autres critères peuvent alors être pris en compte pour choisir son engrais vert.

Le sol

C'est en général un critère mineur car la majorité des espèces cultivées en engrais verts se développent en conditions de sol variées. Il peut néanmoins être important dans certains cas particuliers de terres très sèches ou très calcaires par exemple (tableau 5).

La saison

Elle est déterminante pour la réussite d'un engrais vert. Ainsi pour un engrais vert d'automne, on sèmera les Légumineuses,



Le sorgho fourrager est l'engrais vert de référence sous abri l'été

les Crucifères et le ray-grass en août, septembre au plus tard. Seules quelques espèces peuvent pousser en semis plus tardif : seigle, blé, avoine par exemple.

De même, pour un engrais vert de printemps ou d'été, et notamment sous abri, il faut choisir des espèces adaptées aux fortes chaleurs, telles que le sorgho fourrager, le sarrasin ou le moha de Hongrie.

La rotation

L'engrais vert est l'occasion d'introduire des espèces différentes de celles couramment cultivées sur l'exploitation, pour



Les mélanges de Graminées et Légumineuses (ici RGI + vesce) sont intéressants à introduire dans les rotations de légumineuses

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 de Graminées, seules ou en mélange avec des Légumineuses, peut être intéressante.

Il est important d'avoir une bonne adéquation entre durée de disponibilité de la parcelle et rapidité de végétation : certaines espèces peuvent fournir une végétation suffisante en six à huit semaines : sorgho fourrager, sarrasin, Crucifères, alors que d'autres comme le ray-grass et les Légumineuses exigent au minimum quatre à cinq mois de culture pour exprimer leur potentiel.

Les contraintes liées au semis

Les contraintes les plus fortes sont le coût et la disponibilité en semences biologiques ou à défaut non traitées. La facilité de semis est un autre paramètre : les mélanges peuvent imposer plusieurs passages, certaines espèces sont difficiles à semer (tagetes, dont la graine est particulièrement fine).

Les nombreux avantages des engrais verts ne pourront s'exprimer qu'en cas de culture et d'enfouissement réussis. Il est donc essentiel de choisir des espèces adaptées aux conditions culturales et climatiques, en s'appuyant au maximum sur des références locales.

Pour en savoir plus

- Aubert C., 1980. *Les engrais verts*, document technique ACAB.
- Bressoud F. et Pares L., 2001. *Sorgho à la carte*. Serres et plein champ 66 n° 144.
- FIBL/SRVA, 2000. *Les engrais verts : def du succès des maraîchers bio*. Edition FIBL, Suisse.
- Guet G., 2002. *Mémento d'agriculture biologique*, Edition Agridécisions.
- Guillaume C. et Védie H., 2003. *Engrais verts en maraîchage : des références récentes pour choisir les espèces*. Journées techniques fruits et légumes biologiques GRAB/ITAB - Perpignan.
- ITCF, 2002. *Les inter-culturelles : colloque au champ*, Edition ITCF.
- Leclerc B., 2001. *Guide des matières organiques*. Editions ITAB.
- Mazollier C. et Védie H., 2003. *Engrais verts en maraîchage biologique, 1^{er} et 2^e parties : pourquoi un engrais vert/choix des espèces*. Alter Agri n°60 et 61.
- Montfort B., 1987. *La technique des engrais verts*, CARAB dossier technique.
- Pousset J., 2000. *Engrais verts et fertilité des sols*, Edition Agridécisions.
- Vantalón C., 2000. *Les engrais verts en cultures légumières : synthèse bibliographique*. Edition APREL.

Tableau 5 - Propriétés de certains engrais verts pour des sols particuliers

Type de terrain	Propriété recherchée	Espèces possibles
Structure dégradée	Système racinaire puissant	Graminées fourragères Certaines Légumineuses (lotier, minette, trèfle blanc)
Très séchant	Plantes résistantes au stress hydrique	Moha, luzerne, dactyle
Très calcaire	Plantes résistantes	Brome, sainfoin, luzerne, minette, orge

Principales espèces d'engrais verts conseillées en maraîchage

Famille	Espèce	Période de semis	Dose (kg/ha)	Intérêt	Problèmes éventuels
Graminées (Poacées)	Ray-grass Italien	Septembre ou printemps	25	Très bonne couverture de sol	Risques de repousses
	Seigle fourrager	Septembre - octobre	100	Implantation tardive possible Effet structure	Concurrence moyenne avec adventices
	Avoine	Sept. - Oct. ou Mars-avril	120 150	Implantation tardive possible	Risques de maladies (rouille)
	Triticale	Sept. - Oct	100	Implantation tardive possible	Couverture moyenne
	Moha de Hongrie*	Mai à août	30	Bonne résistance à la chaleur Bonne concurrence contre les adventices	Cycle court (30 à 40 j.)
	Sorgho fourrager*	Mai à août	50	Biomasse importante Très bonne concurrence	Irrigation obligatoire
	Sorgho forestier*	Mars à juillet	50	Biomasse importante Très bonne concurrence	
Légumineuses (Fabacées) <i>Enrichissent le sol en azote</i>	Vesce	Août-sept. ou Mars à mai	150	Bonne couverture	
	Pois fourrager	Août-sept	150	Bonne couverture Biomasse importante	
	Féverole	Août-sept ou Mars à mai	150-200	Effet structure	Peu couvrante si semée seule
	Trèfle	Printemps ou automne	20-30		Risques de repousses pour certains trèfles
	Mélilot	Mars à mai	20	Réservoir auxiliaires	
Crucifères (Brassicacées)	Moutarde	Août-sept	10-12	Se développent très	Sensibles à de
	Colza	Août-sept	6-8	rapidement et étouffent	nombreuses maladies et
	Navette fourragère	Août-sept ou Mars à mai	10-15	les adventices Très bon pièges à nitrates	ravageurs : à éviter absolument si Crucifères
	Radis fourrager*	Juin à sept	20		dans la rotation Cycles courts au printemps Gélives
Hydrophyllacées	Phacélie	Printemps ou août	15	Effet structure	Supporte mal la chaleur et le froid
Polygonacées	Sarrasin*	Mars à juin	40-60	Plante nettoyante, adaptée aux sols pauvres Effet structure	Risque Virus (CMV) Cycle court
MELANGES D'ESPECES					
Crucifères	Pas adaptées à un semis avec d'autres espèces qu'elles dominent rapidement				
Graminées + Légumineuses	RGI (20) ou seigle (30) ou avoine (60) ou triticale (50) + vesce (15) ou pois fourrager (80) ou féverole (100)				

*Espèces adaptées en culture d'été sous abri

