

LES ENGRAIS VERTS EN MARAICHAGE BIOLOGIQUE

Catherine MAZOLLIER & Hélène VEDIE - GRAB

La réalisation des engrais verts est une des pratiques de base en agriculture biologique ; elle est souvent considérée comme une des clefs de la réussite des cultures. En maraîchage biologique, les engrais verts constituent une des réponses aux nombreuses préoccupations rencontrées : maintien de la fertilité des sols, maîtrise des adventices, protection sanitaire.

1 ere partie : pourquoi un engrais vert en maraîchage biologique ?

1-Les engrais verts, acteurs de la fertilité des sols

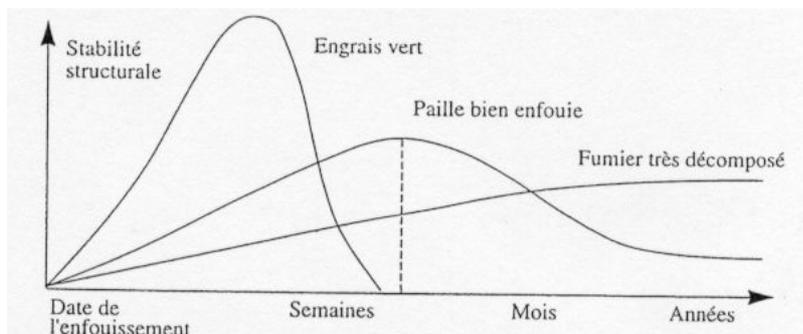
Les engrais verts jouent un rôle important dans le maintien ou l'augmentation de la fertilité des sols : ils protègent et améliorent la structure, stimulent l'activité biologique et permettent une meilleure disponibilité des éléments fertilisants pour la culture suivante. En outre, leur rôle environnemental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

• Engrais verts et structure des sols

Les engrais verts permettent d'améliorer la structure du sol, en surface comme en profondeur :

- Le couvert végétal protège la surface contre l'effet déstructurant des pluies (battance et prise en masse), du vent ( rosion éolienne) et du soleil (dess echement),
- Les racines augmentent la cohésion et le maintien du sol en place, diminuant ainsi les risques d'érosion. Cet effet, associ e à l'effet couverture, diminue considérablement les pertes de terre fine (et fertile...) en zones sensibles,
- L'action mécanique des racines 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 (système racinaire fin et dense) ou les crucifères (racines pivotantes puissantes),
- L'enfouissement d'une grande quantité de biomasse fraîche provoque la prolifération des vers de terre qui se nourrissent des débris végétaux. La population de vers (qui peut tripler dans ces conditions), en creusant des galeries, augmente la porosité du sol et facilite ainsi le ressuyage et l'aération.
- L'abondance de nourriture fermentescible stimule l'activité microbienne. La dégradation de cet apport de matière organique va libérer des produits transitoires qui sont particulièrement actifs sur la stabilité structurale par leurs propriétés agr egeantes. L'effet sur la stabilité structurale est fugace mais néanmoins intense (voir figure). Plus l'engrais verts est enfoui jeune, plus la prolifération microbienne est intense et de courte durée.

Effet de l'enfouissement sur la stabilité structurale des sols



• Engrais verts et fertilisation

Les engrais verts apportent au sol des matières organiques qui se dégradent rapidement. Ils produisent donc peu de substances humiques, d'autant moins que leurs tissus sont jeunes et peu lignifi es. Ils peuvent par contre améliorer la nutrition de la culture suivante :

- Les engrais verts à base de légumineuses enrichissent le sol en azote par fixation symbiotique de l'azote de l'air. Cette fixation est importante lorsque le sol n'est pas trop riche en azote, ce qui favorise le développement des nodosités racinaires, siège de la fixation. Un couvert de 3 tonnes/ha de vesce pourrait ainsi remettre à disposition 50 à 100 unités d'azote disponibles. L'effet sera variable en fonction de la culture suivante (besoins correspondant aux périodes de minéralisation) et des conditions pédo-climatiques.
- Les engrais verts remettent à disposition des éléments fertilisants en quantités importantes et sous des formes plus disponibles (voir tableau). Ainsi, la quantité de phosphore assimilable augmente après la culture d'un engrais vert. De même, il semblerait que les crucifères aient l'aptitude d'extraire du potassium des minéraux silicatés du sol.

Tableau 1: taux de matière sèche (MS) et éléments fertilisants contenus dans les parties aériennes de différents engrais verts (source : CTIFL)

	% MS	Composition en % de matière fraîche			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Vesce	20-30	0,5-0,7	0,1-0,2	0,5-0,7	0,4-0,6
Trèfle	15-20	0,5-0,7	0,1-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6
Féverole	10-15	0,4-0,6	0,1-0,2	0,4-0,6	0,4-0,6
Seigle	20-25	0,4-0,6	0,1-0,2	0,1-0,3	0,1-0,2
Moutarde blanche	10-15	0,2-0,3	0,1-0,2	0,1-0,3	0,1-0,2
Paille	85-95	0,3-0,5	0,1-0,2	0,6-3	0,1-0,8

L'enracinement profond de certains engrais verts (graminées) permet de prélever les éléments en profondeur et de les restituer en surface après destruction. C'est particulièrement vrai pour les nitrates, qui sont très mobiles et peuvent ainsi être soustraits au lessivage. Les crucifères, également fortes consommatrices d'azote, sont utilisables en tant que CIPAN : (= cultures intermédiaires pièges à nitrates), notamment dans les zones dites vulnérables. Ce rôle environnemental est fondamental, et sera d'autant plus efficace que le couvert sera bien développé avant les pluies hivernales.

2-Maîtrise des adventices :

- Le pouvoir concurrentiel des engrais verts vis-à-vis des adventices s'explique par différents phénomènes :
 - certaines espèces laissent les adventices se développer puis leur croissance rapide a ensuite un effet « assommoir » : les adventices sont étouffées par le couvert végétal : cas des crucifères et du sorgho fourrager...
 - certaines espèces sécrèteraient des toxines empêchant la germination et la croissance des adventices : cas du sarrasin et du seigle.
- Certaines espèces ont un intérêt particulièrement net contre l'ensemble des adventices :

Tableau 2 : espèces intéressantes contre les adventices

espèce	observations
sarrasin	espèce inhibant très nettement la croissance des adventices
seigle	bonne concurrence
crucifères	colza, radis fourrager, moutarde : plantes vigoureuses, assez bonne concurrence
mélange céréalière	association fréquente céréale (blé, orge, avoine) et légumineuse fourragère (vesce, trèfle, mélilot)

- D'autres ont un intérêt notable sur 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, le colza contre la moutarde et la ravenelle. Ces espèces pourront être utilisées dans les conditions suivantes :

Tableau 3 : Espèces efficaces contre certaines adventices :

contre adventice	espèce	dose
chiendent	seigle +vesce	120 Kg/ha + 50 Kg/ha
chardon	avoine +vesce	70 Kg/ha + 50 Kg/ha
folle avoine	avoine +vesce + Ray Grass	80 Kg/ha+ 40 Kg/ha + 5 - 10 Kg/ha
moutarde et ravenelle	seigle +colza	60 Kg/ha + 5-10 Kg/ha

- 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 notamment le cas de :
 - certaines graminées dans des conditions de culture trop chaudes (sous abris notamment) : Ray Grass italien et anglais,
 - certaines légumineuses fourragères (si elles sont semées seules notamment) : féverole surtout, mais aussi vesce, trèfle incarnat ...
 - la phacélie, particulièrement en conditions trop chaudes (engrais vert d'été sous tunnel).

Ce phénomène est accentué en cas de culture courte, ces espèces lentes n'ayant alors pas un temps de culture suffisant pour « rattraper » leur retard par rapport aux adventices .

3-Incidence des engrais verts dans la lutte contre les ravageurs et maladies :

L'utilisation des engrais verts peut également répondre à un objectif précis de lutte contre les ravageurs et les maladies, mais dans certains cas, leur impact peut être négatif (voir tableaux suivants).

De nombreux effets positifs : Tableau 4

ESPECES	INCIDENCE
crucifères : colza fourrager, moutarde, radis fourrager	effet désinfectant du sol par libération de composés soufrés : application possible de la méthode de <u>bio-désinfection</u> : 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 (<i>Heterodera schachtii</i>)
Ray Grass italien	plante piège de la hernie des crucifères
tagetes, crotalaire	propriétés nématicides vis-à-vis de <i>Meloidogyne</i>
phacélie	propriétés nématicides vis-à-vis de <i>Meloidogyne</i> et <i>Heterodera schachtii</i>

Quelques impacts négatifs : Tableau 5

ESPECES	INCIDENCE
crucifères : colza fourrager, moutarde, radis fourrager (sauf variétés résistantes)	plantes hôtes du nématode de la betterave (<i>Heterodera schachtii</i>) plantes hôtes de la hernie des crucifères 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

Certaines espèces d'engrais verts présentent en particulier une forte appétence vis à vis des limaces :

Tableau 6 : appétence de différentes espèces d'engrais verts vis à vis des limaces

(source essais ITCF- 2002)

ESPECES	limaces grises	limaces noires
peu appétentes	radis phacélie vesce blé avoine	phacélie trèfle violet
appétentes	trèfle incarnat et violet RGI orge d'hiver triticale	trèfle incarnat vesce
très appétentes	crucifères trèfle	

4-Les limites des engrais verts :

Dans certaines situations, la réalisation d'un engrais vert peut s'avérer préjudiciable. Il convient donc de raisonner sa décision en fonction du contexte de la parcelle ou de l'exploitation. Il est notamment primordial de vérifier qu'on dispose d'une période assez longue pour sa mise en place.

- La plupart des inconvénients attribués aux engrais verts proviennent d'erreurs dans les techniques culturales :
 - enfouissement trop tardif : délai trop court avant la culture suivante,

- enfouissement en profondeur d'un engrais vert frais,
Ces erreurs conduisent à des fermentations anaérobies qui perturbent la vie du sol et sont néfastes au développement de la culture suivante : risque de phytotoxicité, de faim d'azote, de mauvaise préparation du sol.
- **En cas de fort enherbement :**
 - Dans le Sud de la France, il peut être préférable de remplacer l'engrais vert par une solarisation en période estivale : en effet, l'effet de la solarisation contre les adventices sera supérieur à celui de l'engrais vert. De plus, cette désinfection aura également un rôle intéressant contre certains pathogènes du sol : *Sclerotinia*, *Rhizoctonia*.
 - Si la parcelle présente beaucoup d'adventices vivaces (chiendent ou liseron), il conviendra éventuellement de renoncer à l'engrais vert pour laisser le sol nu et pratiquer des binages répétés en conditions sèches.
- **Développement de ravageurs :** dans certaines situations, il est préférable de ne pas réaliser un engrais vert :
 - en cas de forte infestation en 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 vert est généralement déconseillée, car elle favorisera leur conservation : biotope non perturbé car maintien des conditions d'humidité et de nourriture.
- **Autres inconvénients :**
 - risque de repousse de l'engrais vert lors de la culture suivante, soit en raison d'une montée à graines due à broyage trop tardif, ou en cas de drageonnage (phacélie) ou tallage (graminées) ;
 - ressources en eau : pas toujours suffisantes pour l'engrais vert, ou concurrence possible de celui-ci vis à vis des autres cultures de l'exploitation. également, risque d'assèchement du profil en cas d'engrais vert hivernal broyé tardivement avant la culture suivante en plein champ non irrigué.

2^{ème} partie : choix des espèces

1-Critères généraux de choix des espèces :

- **Il faut réaliser des rotations d'engrais verts :**
 - Choisir les espèces de famille différente de celles qui sont cultivées sur l'exploitation (cas des Crucifères, voir paragraphe suivant) ;
 - alterner également les familles d'engrais verts pour assurer une complémentarité entre les effets des différentes espèces, notamment par rapport à la structure du sol.
- **Il est important de s'adapter aux conditions de la parcelle :**
 - **Adaptation aux conditions climatiques :**
 - températures : résistance aux températures élevées, ou au gel (dans certains cas au contraire, on recherchera des espèces gélives, ce qui permettra leur destruction naturelle)
 - pluviométrie : résistance à la sécheresse ou aux fortes pluies
 - possibilités d'irrigation de la parcelle.
 - **Adaptation aux conditions édaphiques**
- **Il faut tenir compte de la durée de disponibilité de la parcelle :**
En maraîchage, les cultures se succèdent souvent assez rapidement et on choisit souvent des engrais verts à croissance rapide. 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 6 à 8 semaines : sorgho fourrager, sarrasin, crucifères, alors d'autres exigent au minimum 4 à 5 mois de culture pour exprimer leur potentiel : Ray Grass, légumineuses ...
- **Il faut tenir compte des contraintes liées au semis :**
 - **Semences :** quel coût, quelle disponibilité en semences biologiques ou à défaut non traitées.
 - **Facilité de semis :** ainsi, les mélanges peuvent imposer 2 passages pour le semis ; d'autres espèces peuvent s'avérer difficiles à semer (tagetes : graine fine)
- **En maraîchage sous abris, il est important de prendre en compte les conditions spécifiques:**
 - Durée de végétation courte : 2 à 3 mois maximum, donc choix d'espèces à croissance rapide

- cultures intensives : intérêt de rechercher des espèces permettant de couper le développement de certains ravageurs ou maladies présents dans le sol.
- sols parfois « sur-fertilisés » : intérêt de choisir un engrais vert consommant les excédents d'engrais (notamment avant salades) : cas des cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) : crucifères en particulier.
- Beaucoup de façons culturales et de piétinement du sol (notamment dans les passe-pieds pour l'entretien et la récolte) : intérêt d'améliorer la structure avec un engrais vert intéressant pour cet aspect (exemple : sorgho fourrager dans le sud de la France).
- 2 critères plus secondaires :
 - concurrence vis à vis des adventices : importance moindre en cas de cultures plantées sur paillage ;
 - Protection contre l'érosion : pas d'effet des pluies, donc sans objet sous abris.

2-Principales familles d'engrais verts conseillées en maraîchage biologique :

Les espèces utilisables appartiennent à différentes familles ; comme mentionné précédemment, il conviendra éventuellement de pratiquer des rotations d'engrais verts pour bénéficier des actions complémentaires de ces différentes espèces.

- **Les légumineuses (Fabacées)** : capables de fixer l'azote de l'air (critère moins intéressant en maraîchage que dans d'autres systèmes de production) ; elles ont une croissance assez lente en général et ne permettent donc pas toujours un bon contrôle des adventices ; certaines espèces sont sensibles au froid (pois fourrager, trèfle d'Alexandrie...). Leur enracinement bien développé et assez profond a un effet très positif sur la structure du sol à condition de disposer de 3 à 6 mois de culture selon les saisons, ce qui n'est pas souvent le cas en maraîchage. En système maraîcher, elles sont presque systématiquement associées à des céréales (croissance plus rapide, rôle de « tuteur »). Certaines espèces supportent bien la sécheresse comme la luzerne ou le lotier.
 - Principales espèces : féverole, pois fourrager, vesce, trèfle (différentes espèces : blanc, incarnat, d'Alexandrie), luzerne, méililot, minette, gesse, fenugrec, serradelle...
- **Les graminées** : elles ont un effet intéressant sur la structure du sol grâce à leur abondant chevelu racinaire, et un enracinement profond pour certaines espèces (triticale, seigle...). Elles sont souvent associées aux légumineuses, car elles assurent ainsi une masse de végétation plus importante. Leur croissance est assez lente et impose comme pour les Légumineuses, une disponibilité assez longue de la parcelle, à l'exception du sorgho fourrager (45 jours de culture en été). Certaines espèces supportent bien la sécheresse : fétuque élevée, dactyle, pâturin, alors que le RGA et la fétuque des prés exigent des sols humides
 - Principales espèces : sorgho fourrager, Ray Grass Italien et Anglais (RGI et RGA) et céréales : avoine, blé, orge, seigle, triticale.
- **Les crucifères (Brassicacées)** : elles ont un développement rapide et sont capables de mobiliser rapidement les réserves minérales du sol : elles sont particulièrement appréciées en tant que CIPAN (cultures intermédiaires pièges à nitrates) et présentent donc un réel intérêt du point de vue environnemental. Leur système racinaire pivotant permet l'amélioration de la structure du sol. Riches en composés soufrés, leur décomposition a un effet désinfectant du sol qui est amélioré par la technique de la biodésinfection (crucifère cultivée en engrais vert puis solarisation). De plus, il existe des variétés qui limitent le développement du nématode de la betterave (*Heterodera schachtii*).

En revanche, les crucifères présentent un certain nombre d'inconvénients :

 - espèces assez sensibles au gel : à éviter à l'automne si risques de gelées précoces ;
 - elles constituent un mauvais précédent dans les systèmes maraîchers intégrant des cultures de crucifères chou, chou-fleur brocoli, navet, radis (voir 1^{ère} partie, paragraphe 3) : elles risquent en effet de favoriser le maintien de la hernie des crucifères et certains ravageurs inféodés à cette famille : piéride, mouche du chou, cécidomyie, altise ...
 - En été, en raison de leur floraison rapide (30 jours pour la moutarde), les crucifères ne sont pas très adaptées, à moins de réaliser une première fauche pour prolonger la culture sans risque de montée à graines ;
 - Espèces difficiles à associer en mélange car leur croissance rapide « étouffe » les autres espèces.
 - Principales espèces : colza, chou fourrager, moutarde blanche, navette, radis fourrager.

- **Le sarrasin (Polygonacées)** : sa croissance est rapide et il a un très bon effet nettoyant vis-à-vis des adventices, qui serait dû à l'émission de substances toxiques vis-à-vis des autres espèces. Il supporte bien les terres pauvres (plante idéale après un défrichage). C'est également une plante mellifère. Il est sensible au gel : à semer en fin de printemps ou été. Il présente une certaine sensibilité à la verse en été sous abris. Son enracinement est assez superficiel : il semble avoir un faible pouvoir restructurant du sol..
- **La phacélie (Hydrophyllacées)** : plante mellifère, à croissance assez rapide, assez résistante au froid. Système racinaire développé, effet assez intéressant sur la structure ; espèce considérée comme plante piège vis-à-vis des nématodes *Heterodera schachtii* (n. de la betterave) et de *Meloidogyne incognita*. Plante intéressante dans la rotation car aucune espèce cultivée n'appartient à la famille des Hydrophyllacées. En revanche, cette espèce est sensible aux températures élevées et héberge de nombreux ravageurs (aleurode, puceron, thrips) ; on observe par ailleurs de fréquents problèmes de repousses sur la culture suivante.
- **Les mélanges** : ils permettent d'associer les qualités de différentes espèces et d'obtenir un couvert végétal et une masse racinaire plus importants. Parfois cependant, une ou plusieurs espèces dominent au détriment des autres, ce qui annule l'intérêt du mélange : c'est notamment le cas si l'on associe une crucifère (moutarde, radis fourrager...) avec d'autres espèces à croissance plus lente (légumineuses surtout...).
 - **Principaux mélanges** : graminées + légumineuses (vesce + avoine, orge ou blé + vesce, seigle + vesce...), parfois crucifères + légumineuses...

3-Espèces conseillées selon les créneaux de culture et les régions :

- En plein champ :

Tableau 7 : Principales espèces d'engrais verts conseillées en plein champ

(entre parenthèses, doses indicatives en Kg/ha)

REGION	PERIODE DE SEMIS		
	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
CENTRE EST (LYON)	seigle (70) + vesce (50) avoine(60) + vesce (50) phacélie (15) trèfle incarnat (25-30)	sorgho fourrager (30- 50) sarrasin (60)	seigle (40) blé (150-200) triticale (100) vesce d'hiver (80-150)
SUD	Sorgho fourrager (30- 50) phacélie (15) sarrasin (60) Triticale (100) seigle JD (40) mélilot (20)	sorgho fourrager (30- 50) moha de Hongrie (30) seigle JD (40) sarrasin (60) <u>crucifères</u> : moutarde ou radis fourrager ou navette (12 à 20)	seigle (15) + RGI (10) seigle (15) + vesce(10) <u>crucifères</u> : moutarde ou radis fourrager ou navette (15-20) phacélie (15)
NORD	avoine (200) RGI (25-35) ou RGA (25) <u>légumineuses de printemps</u> : féverole (200), luzerne (30), trèfle blanc (10) ou violet (20), vesce (150) ...	phacélie (10-15) seigle ou avoine (80 à 130) moutarde blanche (15) navette (10) radis fourrager (20) sarrasin (40) moha (20-30)	<u>légumineuses d'hiver</u> : pois fourrager (120-150), vesce (150-200)... colza (5-10), phacélie (10) seigle (150) avoine (120) RGI alternatif (20-35) seul ou en mélange avec trèfle (5-10)
Remarques :			
<ul style="list-style-type: none"> • Sorgho fourrager : variétés Piper ou Alpilles • Créneau d'automne : résistance au froid : Seigle > Triticale > orge • seigle JD = seigle Jauffray Drillaud • dans le sud de la France, peu de cultures d'engrais verts de plein champ au printemps et en été 			

- **Sous abris :**

La culture d'engrais vert sous abris est essentiellement pratiquée en période estivale, en particulier dans le sud de la France après des cultures courtes laissant les serres disponibles fin juin (Cucurbitacées : melon, courgette, concombre). En général, la période de culture est de 2 mois (juillet-août).

Tableau 8 : principales espèces conseillées en culture sous abris ; créneau d'été
(toutes régions)

Espèce	Famille	Dose en Kg/ha
sorgho fourrager Piper ou Alpillès	Graminées	40 - 50
sarrasin	Polygonacées	60
moha de Hongrie	Graminées	30
radis fourrager	Crucifères (Brassicacées)	20

Le sorgho fourrager est l'espèce la mieux adaptée sur ce créneau : le moha de Hongrie est une autre graminée intéressante (essais CENTREX et GRAB) : bon développement, vigueur inférieure au sorgho fourrager) ; le sarrasin concurrence très bien les adventices et fournit une biomasse équivalente à celle du sorgho fourrager (essais GRAB 2001 et 2002) ; le radis fourrager présente un intérêt moindre.

En raison de leur croissance assez lente, qui assurera une faible biomasse et favorisera les adventices, les mélanges céréales + légumineuses semblent présenter peu d'intérêt en général : vesce + avoine, blé + trèfle, ou blé + mélilot...

Il convient d'éviter les espèces à croissance trop lente ou sensibles aux conditions trop chaudes (Sud de la France notamment) : le développement des adventices sera alors important : phacélie, RGI et RGA.

3^{ème} partie : itinéraire de culture des engrais verts

Pour mettre en place un engrais vert, il faut impérativement disposer d'une période suffisamment longue : au minimum 2 mois en été (1 mois de culture et 1 mois de délai avant la culture suivante), au minimum 4 à 6 mois pour les semis de printemps et d'automne.

- **Préparation du sol et semis :**

- Choix des semences : si possible des semences biologiques, ou à défaut des semences non traitées.
- Aucune fumure de fond n'est nécessaire pour l'engrais vert ; il peut cependant être intéressant d'apporter avant l'engrais vert la fertilisation destinée à la culture suivante (amendement et engrais).
- Bien travailler le sol en profondeur et en surface : sous-soleuse, rotobèche, herse rotative... afin de réaliser un parfait lit de semences, condition déterminante pour la réussite de l'engrais vert.
- En sol très enherbé, un faux semis permettra de limiter le niveau d'adventices dans la parcelle.
- Semer l'engrais vert en respectant les doses et la profondeur de semis puis tasser le lit de semences par un passage de rouleau.
- Sous abris ou en l'absence de pluies en plein champ, arroser par aspersion immédiatement après le semis, puis pratiquer des aspersions régulières afin d'assurer une croissance rapide et homogène.

- **En cours de culture :**

- Irrigations éventuelles par aspersions
- Réalisation d'une coupe de nettoyage (fauche à un niveau assez haut), en cas de floraison précoce de l'engrais vert (cas fréquent pour les crucifères) ou des adventices. Cette coupe pourra permettre de favoriser un redémarrage vigoureux de l'engrais vert et facilitera le broyage final.

- **Le broyage :**

- **période de broyage : avant la montée à graines**
 - assez tôt avant l'installation de la culture suivante (30 à 50 jours), afin d'assurer une préparation de sol convenable : (le délai doit en général être plus long pour les semis directs que pour les plantations).
 - avant tout phénomène de verse (risque si densité forte et pluies abondantes)
 - avant que les tiges soient trop ligneuses, donc difficiles à broyer et à se décomposer et pouvant engendrer des problèmes de faim d'azote ;
- **méthode de broyage :** réalisé de préférence avec un broyeur à marteaux : l'engrais vert est laissé en surface (séchage) durant 1 semaine environ avant enfouissement.

- **L'incorporation :** superficiel avec un outil à disque ou une rotobèche (quelques cm), puis irriguer si sol sec pour favoriser la décomposition. **Il est impératif d'éviter la formation de couches épaisses de déchets de plantes peu décomposés : risques de phytotoxicité, de faim d'azote, de sol soufflé.**

- **Avant la culture suivante :** pratiquer un test azote ou une analyse de sol.

4^{ème} partie : Quelques fournisseurs de semences d'engrais verts (liste non exhaustive) :

Choisir si possible des semences biologiques, ou à défaut des semences non traitées, et bien sûr garanties sans OGM.

SOCIETE	Adresse	Téléphone/ fax	PRINCIPALES ESPECES
SEMENCES CONVENTIONNELLES NON TRAITEES, NON ISSUES D'OGM			
BERNARD	BP 19 01390 ST ANDRE DE CORCY	Tel : 04 72 26 10 09 fax : 04 72 26 43 65	Mélanges : seigle + phacélie et seigle + vesce, EV d'été (32 espèces) et d'hiver (14 espèces)
DUCRETTET	Rue René Cassin ZI La Châtelaine 74240 Gaillard	Tel : 04 50 95 01 23 fax : 04 50 95 54 71	Tagetes
FABRE Graines	21 rue des Drapiers 57083 METZ Cedex 3	Tel : 03 87 74 07 65 fax : 03 87 76 34 00	crucifères, légumineuses, phacélie, RGI RGA ...
GIRERD	113 Route de l'Isle sur la Sorgue BP 11 84250 LE THOR	Tel : 04 90 33 86 77 fax : 04 90 33 71 12	mélilot, sarrasin, phacélie, RGI, RGA trèfle...
GSN SEMENCES	bp 1 route de Nogaro 32460 LE HOUGA	Tel : 05 62 08 99 10 fax 05 62 08 99 30	Tagetes
JOUFFRAY DRILLAUD	RN 147 « La cour d'Hénon » 4 avenue de la CEE 86170 CISSE	Tel : 05 49 54 20 54 fax 05 49 54 20 55	seigle, sarrasin, sorgho fourrager Alpilles et Piper, moha de Hongrie, trèfle, moutarde, radis fourrager...
PLAN	chemin des Chênes BP 154 26204 MONTELMAR CEDEX	Tel: 04 75 01 90 53 fax 04 75 01 83 66	mélilot, RGI, RGA, trèfle violet, luzerne, lotier, crucifères, phacélie
SEMENCES BIOLOGIQUES, NON ISSUES D'OGM			
BIAUGERME (amateurs)	47360 MONTPEZAT D'AGENAIS	Tel : 05 53 95 95 04 fax : 05 53 95 95 04	seigle avoine sarrasin phacélie moutarde légumineuses...
ESSEMBIO professionnels	Roc de Lyre 47360 MONTPEZAT D'AGENAIS	Tel : 05 53 67 51 79 fax : 05 53 67 51 79	seigle blé rouge sarrasin moutarde féverole luzerne trèfle violet lotier phacélie ...
FERME Ste MARTHE	BP10 41120 COUR CHEVERNY	Tel : 02 54 44 20 86 fax : 05 54 44 21 70	graminées crucifères légumineuses sarrasin phacélie
GERMINANCE (biodynamie)	Les Rétifs 49150 ST MARTIN D'ARCE	Tel : 02 41 82 73 23 fax : 02 41 82 86 48	chou fourrager, mélilot, vesce, phacélie, seigle sarrasin

Bibliographie

- Aubert Claude, 1980. Les engrais verts, document technique ACAB.
- Bressoud Frédérique et Pares Laure, 2001. Sorgho à la carte. Serres et plein champ 66 n° 144
- CENTREX, 1999 à 2001. Comptes rendus d'essais d'engrais verts en plein champ.
- Courtade Nadine et Lizot Jean François, 1995. Intérêt agronomique des engrais verts. Alter Agri n° 14.
- FIBL/SRVA, 2000. Les engrais verts : clef du succès des maraîchers bio. Edition FIBL, Suisse.
- Guet Gabriel, 1993. Agriculture biologique méditerranéenne, Edition ITAB.
- Guet Gabriel, 2002. Mémento d'agriculture biologique, Edition Agridécisions.
- Guillaume Cécile et Lichou Gaël, 2001. Le seigle, un engrais vert concluant. Serres et plein champ 66 n° 144.
- Guillaume Cécile, 2002. Engrais verts plein champ : quelles espèces choisir pour des semis d'été. Serres et plein champ 66 n° 152.
- GRAB, 2001-2002-2003. Comptes rendus d'essais d'engrais verts sous abris et en plein champ.
- ITCF, 2002. Les inter-culturales : colloque au champ, Edition ITCF
- Leclerc Blaise, 2001. Guide des matières organiques. Edition ITAB
- Montfort Bruno, 1987. La technique des engrais verts, CARAB dossier technique .
- Pousset Joseph, 2000. Engrais verts et fertilité des sols, Edition Agridécisions.
- Raffin Roger, 2000. Fiches technique engrais verts, Edition Chambre d'Agriculture 69.
- Siri Frédéric, Fénéon Françoise, 2000. Comptes rendus d'essais d'engrais verts d'automne et de printemps. Edition APREL.
- Vantalou Corinne, 2000. Les engrais verts en cultures légumières : synthèse bibliographique. Edition APREL.
- Victor Eric, 2001, quatorze engrais verts testés en vue d'un semis sur couvert, la France Agricole, janv. 2001.