

## 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
<b>Carbonate de calcium</b> (craie, marne, roche calcaïque moulue, maërl, craie phosphatée)	▷ Uniquement d'origine naturelle
<b>Carbonate de calcium et magnésium</b>	▷ Uniquement d'origine naturelle Par exemple : craie magnésienne, roche calcaïque magnésienne moulue
<b>Sulfate de magnésium (kiésérite)</b>	▷ Uniquement d'origine naturelle
<b>Solution de chlorure de calcium</b>	▷ Traitement foliaire des pommiers, après mise en évidence d'une carence en calcium
<b>Sulfate de calcium (gypse)</b>	▷ Produit défini à l'annexe I, partie D, n° 1, du règlement CE n° 2003/2003 Uniquement d'origine naturelle
<b>Chaux résiduaire de la fabrication du sucre</b>	▷ Sous-produit de la fabrication de sucre à partir de betteraves sucrières
<b>Chaux résiduaire de la fabrication de sel sous vide</b>	▷ 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 **la 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.

## 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
<b>Cendre de bois</b>	▷ A base de bois non traité chimiquement après abattage
<b>Phosphate naturel tendre</b>	▷ 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 ▷ Teneur en cadmium inférieure ou égale à 90 mg/kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>Phosphate aluminocalcique</b>	▷ Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.2, n° 6, du règlement CE n° 2003/2003 ▷ Teneur en cadmium inférieure ou égale à 90 mg/kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ▷ Utilisation limitée aux sols basiques (pH > 7,5)
<b>Scories de déphosphoration</b>	▷ Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.2, n° 1, du règlement CE n° 2003/2003
<b>Sel brut de potasse ou kaïnite</b>	▷ Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.3, n° 1, du règlement CE n° 2003/2003
<b>Sulfate de potassium pouvant contenir du sel de magnésium</b>	▷ Produit obtenu à partir de sel brut de potasse par un procédé d'extraction physique et pouvant contenir également des sels de magnésium
<b>Vinasse et extraits de vinasse</b>	▷ Exclusion des vinasses ammoniacales
<b>Soufre-élémentaire</b>	▷ Produit défini à l'annexe I, partie D, n° 3, du règlement CE n° 2003/2003
<b>Oligo-éléments</b>	▷ Micronutriments inorganiques énumérés à l'annexe I, partie E, du règlement CE n° 2003/2003
<b>Chlorure de sodium</b>	▷ Uniquement sel gemme
<b>Poudres de roche et argiles</b>	

## ENGRAIS VERTS<sup>24</sup>

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.

24 - Ce paragraphe sur les engrais verts est rédigé principalement d'après Mazollier et Védie (2008) et Mazollier (2011)

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<sup>25</sup> 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)**

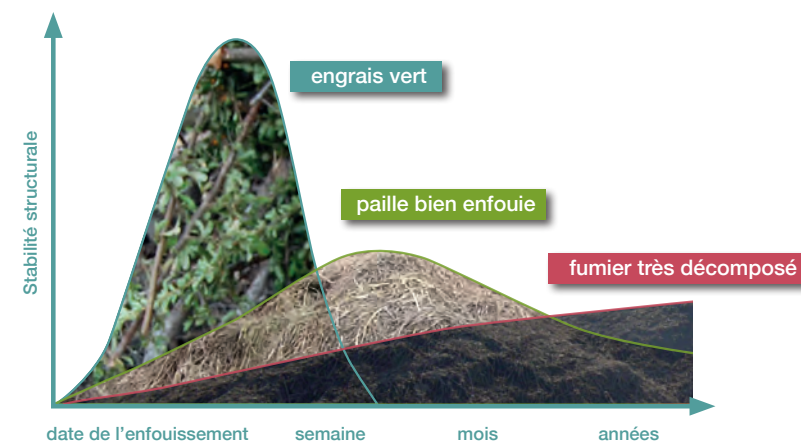
25 - Voir la correspondance entre l'ancienne et la nouvelle nomenclature des familles botaniques en rabat de couverture

\* Voir glossaire

26 - Aubert, 1980

27 - Pousset, 2000

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<sup>26</sup>. 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<sup>27</sup>. 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.

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 sécrèteraient des toxines empêchant la germination et la croissance des adventices.

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 céréalière	Association fréquente : céréale (blé, orge, avoine) et Fabacée fourragère (vesce, trèfle, mélilot)

Source : Mazollier & Védie, 2008

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



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



S. Minette

▷ Grâce à leur croissance rapide, certains engrais verts comme le moha de Hongrie agissent par étouffement des adventices



A. Coulombel

▷ Le sarrasin permet de lutter efficacement contre les adventices en sécrétant des toxines qui inhibent leur germination

## 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 <sup>28</sup> + 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

28 - RGI : Ray-grass italien / RGA : ray-grass anglais

## 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 ( <i>Heterodera schachtii</i> )
Ray grass italien (RGI)	Plante piège de la hernie des Crucifères
Tagètes, 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>

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 ( <i>Heterodera schachtii</i> ), 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...).



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



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

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 famille différente 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 sont nécessaires pour les mélanges).

### 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 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 envisageable est assez large, et identique au plein champ (▷ voir tableau 24 ◁).

#### 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.



M. Conseil/IBB-PAIS

- ▷ Le sorgho est bien adapté comme engrais vert sous abri en période estivale

\* Voir glossaire

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 (Piper ou Alpilles)	30 à 50	▷ Bonne résistance à la chaleur ▷ 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 ▷ Très bons pièges à nitrates	▷ Sensibles à de nombreuses maladies et ravageurs : à éviter absolument si Brassicacées dans la rotation. ▷ Cycles assez courts. ▷ 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 ▷ 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 ▷ Apport d'azote	
Brassicacées	Moutarde ou navette ou radis fourrager	15 à 20	▷ Se développent très rapidement et étouffent les adventices ▷ Très bon pièges à nitrates	▷ Sensibles à de nombreuses maladies et ravageurs : à éviter absolument si Brassicacées dans la rotation. ▷ Cycles assez courts. ▷ Espèces assez gélives
Hydrophyllacées	Phacélie	15	▷ Effet structure	▷ Supporte mal la chaleur et le froid

Source : Mazollier & Védie, 2008

## 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
<b>Poacées</b> > Effet positif sur la structure - Biomasse importante > Bonne concurrence vis-à-vis des plantes adventices							
Sorgho fourrager	40 - 50	50	8	20	++	Traçant	++
Moha de Hongrie	30	40	7				+
<b>Polygonacées</b> > Effet positif sur la structure > Bonne concurrence vis-à-vis des adventices							
Sarrasin	60	34	5	24	++	Pivot	++
<b>Brassicacées</b> > Effet positif sur la structure > Biomasse importante > Concurrence vis-à-vis des adventices > 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).

Tableau 24 - Principales espèces conseillées en engrais vert d'automne-hiver sous abris

Famille	Espèce	Dose kg/ha	Intérêts et inconvénients
<b>Poacées</b> > Bonne résistance au gel > 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
<b>Mélange Poacées + Fabacées</b>			
	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	
<b>Brassicacées</b> > Croissance rapide > 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
<b>Hydrophyllacées</b> > Croissance assez rapide mais germination et croissance délicates > Risques de repousses			
	Phacélie	12-20	> Résistance moyenne au gel

Source : essais du Grab et de la Centrex / CA 66 - 1999 à 2003)

## 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 aspersion régulières.



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)

## 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 rotobèche ; 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\*<sup>29</sup>.

Avant la culture suivante, il est conseillé de pratiquer un test azote ou une analyse de sol.



B. Leclerc

> Les composts de déchets verts sont efficaces pour augmenter la CEC ou la capacité de rétention en eau d'un sol

29 - 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

# SYNTHÈSE SUR LA FERTILISATION ET LES ENGRAIS VERTS

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 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.