

Dossier

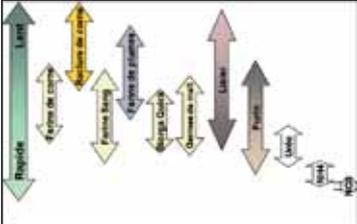
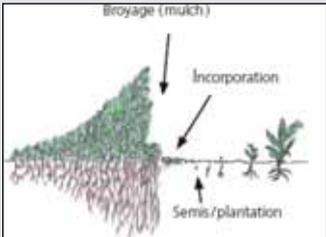
Fumure azotée des grandes cultures bio sans bétail

Le nombre d'exploitations bio sans bétail est en forte progression et la gestion de la fumure azotée est l'une des principales clefs du succès pour ces entreprises.

Ce dossier est composé de plusieurs fiches techniques.

Ces fiches sont également éditées dans le classeur de fiches techniques « Agriculture biologique » d'AGRIDEA.

Le dossier principal s'appelle : gestion de l'azote sans bétail (FT Bio 3.4.31-38). Il fait référence à d'autres fiches pour certains aspects. Ces fiches ont été intégrées dans ce dossier.

| <p style="text-align: center;">Gestion de l'azote sans bétail (FT Bio 3.4.31-38)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Enfouissement</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Automne</th> <th style="text-align: center;">Printemps</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">-30</td> <td style="text-align: center;">-40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-20</td> <td style="text-align: center;">-30</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-10</td> <td style="text-align: center;">-20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-10</td> <td style="text-align: center;">-10</td> </tr> </tbody> </table> | Enfouissement | | Automne | Printemps | -30 | -40 | -20 | -30 | -10 | -20 | -10 | -10 | <p style="text-align: center;">Engrais organiques du commerce (FT Bio 3.4.51-52)</p>  |
|--|--|--|---------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Enfouissement | | | | | | | | | | | | | |
| Automne | Printemps | | | | | | | | | | | | |
| -30 | -40 | | | | | | | | | | | | |
| -20 | -30 | | | | | | | | | | | | |
| -10 | -20 | | | | | | | | | | | | |
| -10 | -10 | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Autoproduction d'azote pour cultures de printemps (FT Bio 3.4.61-62)</p>  | <p style="text-align: center;">Engrais verts (FT Bio 5.1.1-6)</p>  | | | | | | | | | | | | |

NB: la fiche « Engrais verts – Espèces » (FT Bio 5.1.3) est plus lisible en format A3, c'est pourquoi nous la joignons également dans ce format.

Josy Tamarcaz, AGRIDEA, mai 2011
 josy.tamarcaz@agridea.ch
 Tél. : 021 619 44 24

Le cycle des éléments nutritifs ne peut pas être fermé en production sans bétail. L'entretien d'un sol vivant, ainsi que la conservation et l'augmentation de la fertilité naturelle du sol y sont plus délicats que sur une ferme avec des animaux. À long terme, les apports de matières organiques doivent au moins compenser les pertes d'humus par décomposition.

La fertilité peut être maintenue ou améliorée par :

- la rotation des cultures (prairies artificielles, engrais verts, part de céréales, sarclées, légumineuses, etc.) ;
- la stratégie de fumure (engrais de ferme, du commerce, l'incorporation de matières organiques, etc.).

Une très bonne gestion de l'azote est un des points centraux pour obtenir de bons rendements sur les fermes bio sans bétail.

Rotation des cultures

La rotation des cultures poursuit plusieurs buts, (gestion des mauvaises herbes, des maladies, etc.). Ci-dessous sont développés principalement les aspects concernant l'azote en grandes cultures sans bétail, dont :

- optimiser la fixation d'azote biologique ;
- minimiser les pertes en azote.

Quelques éléments de gestion de l'azote par la rotation des cultures :

| | |
|---------------------------|--|
| Prairies temporaires (PT) | <ul style="list-style-type: none"> • PT de 2 ou 1 an à base de légumineuses et graminées. • Part idéale de PT dans la rotation entre 20 et 30% (voir FT 3.2.1-2). • Règles de rotation de Bio Suisse : min 20% PT (ou 10% de PT et couverture adaptée du sol). |
| Cultures | <ul style="list-style-type: none"> • Limiter à maximum 6 ans de cultures consécutives avant le retour d'une PT dans la rotation. |
| Légumineuses | <ul style="list-style-type: none"> • Intégrer des légumineuses à graines dans la rotation. |
| Engrais verts | <ul style="list-style-type: none"> • Intégrer des engrais verts à base de légumineuses (voir FT 5.3.1-6). • Autoproduction d'azote pour cultures de printemps (voir FT 3.4.61-62). |
| Divers | <ul style="list-style-type: none"> • Tenir compte des potentiels de minéralisation différents selon les sols. • Utiliser des cultures à types d'enracinements différents (fasciculés ou pivotants). • Effectuer des apports réguliers de matières organiques tout au long de la rotation et incorporer les résidus de récolte et pailles. |

Règlementation

Extraits du règlement de fertilisation de Bio Suisse, concernant les fermes bio sans bétail

| Points | Détail |
|---------------------------------|---|
| Provenance des engrais de ferme | <p>Les engrais de ferme doivent en principe provenir de fermes biologiques. En cas de manque d'engrais de ferme bio, on peut utiliser des engrais de fermes non bio :</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'exploitations pouvant attester qu'aucun OGM n'est utilisé dans leur ferme et ; • conclusion d'un contrat officiel de reprise d'engrais de ferme. |
| Distances de transport | <p>Distances maximales de transport à vol d'oiseau pour les engrais de ferme :</p> <ul style="list-style-type: none"> • fumier de bovins, de chevaux et de porcs 40 km ; • lisier de bovins, de chevaux et de porcs 20 km ; • fumier de volaille 80 km. |
| Limites | <p>Les importations d'éléments nutritifs sous forme d'engrais de ferme provenant d'exploitations non bio sont limitées à 50% des besoins en N ou P de l'exploitation selon Suisse-Bilanz. Cette limite peut être relevée à 80% dans certaines régions, avec l'autorisation de commission de labellisation des exploitations de Bio Suisse (CLA).</p> |

Légumineuses à graines

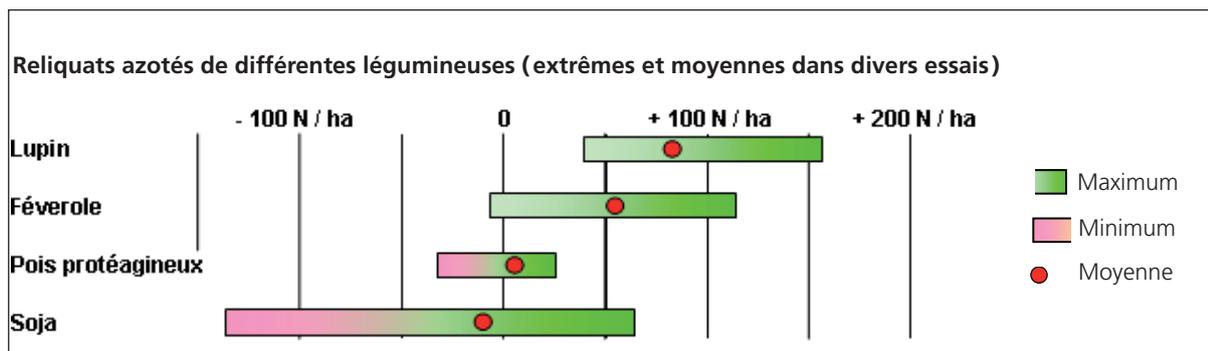
Avantages

- Pas d'apport d'azote à faire sur la culture.
- Apport d'azote pour la culture suivante.
- Bon précédent dans les sols lourds (azote mieux retenu).
- Très recherchées par le commerce.
- Peuvent être cultivées en association pour diminuer le problème des adventices.

Inconvénients

- Ne remplace pas la prairie temporaire.
- Risque d'enherbement tardif de la culture (surtout les pois protéagineux, le lupin et le soja).
- Multiplication de certains nématodes si plus de 60% de légumineuses (y compris PT) dans la rotation.

La valeur comme précédent est fréquemment surestimée et peut varier fortement d'un cas à l'autre.



Effet du précédent

| Valeur fertilisante des légumineuses à graines comme précédent pour diverses cultures (essais ACW, 1996-1999) | kg/ha |
|---|-------|
| Culture de printemps (maïs) | 10-30 |
| Culture d'automne semée tard (seigle, blé) | 40-50 |
| Culture d'automne semée tôt (colza, orge, dérobée) | 50-70 |

- Effet précédent des légumineuses et des PT très marqué en système bio sans bétail.
- Effet précédent des PT en général supérieur aux légumineuses à graines.
- Les coûts de production d'un blé après une prairie temporaire sont souvent plus faibles que ceux des autres blés de la rotation (voir tableau ci-dessous). Un blé après luzerne est très rarement fertilisé.

Coûts de production, rendement et marges d'un blé avec différents précédents (étude française)

| Précédent | Rendement du blé (t/ha) | Coûts de production | | Dont fumure | |
|-----------|-------------------------|---------------------|---------|-------------|---------|
| | | €/ha | €/tonne | €/ha | €/tonne |
| Luzerne | 4.8 | 913 | 190 | 0 | 0 |
| Féverole | 4.5 | 1122 | 250 | 110 | 24 |
| Colza | 4.3 | 1182 | 275 | 165 | 38 |

L'étude montre que la luzerne est le meilleur précédent technico-économique du blé, suivie par la féverole, puis le colza :

- les charges sont plus faibles (moins d'interventions mécaniques et moins de fumure) ;
- les rendements sont plus élevés.

Particularités des diverses légumineuses à graines

| Culture | Fourniture en azote | Lutte contre les mauvaises herbes |
|-------------------|---------------------|--|
| Féverole | bonne | Facile : très concurrentielle |
| Mélange orge/pois | moyenne | Facile : concurrentielle |
| Pois protéagineux | moyenne | Moyen : peu concurrentiel, verse et enherbement tardif |
| Soja | faible | Difficile : peu concurrentiel |

Engrais verts

Les engrais verts contribuent de manière importante à la fourniture d'azote dans la rotation. Choix et culture des engrais verts : voir FT 5.1.1-6

Prairie temporaire

La prairie temporaire (PT) à base de trèfles et/ou de luzerne est la plus importante source d'azote « propre à l'exploitation » pour les fermes sans bétail. Elle est également le meilleur précédent pour de nombreuses cultures.

Les buts des prairies temporaires en système sans bétail sont :

- la fourniture équilibrée d'azote pour les cultures suivantes ;
- la participation à la maîtrise des mauvaises herbes, particulièrement les vivaces ;
- l'amélioration des conditions sanitaires de la rotation (diminution des maladies en général).

| Avantages | Inconvénients |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Capacité élevée de fixation d'azote (100 à 200 N/ha). • Fourniture d'azote pour les 2 cultures principales suivantes. • Production d'humus. • Amélioration de la structure du sol. • Protection contre l'érosion. • Diminution des adventices. | <ul style="list-style-type: none"> • Repousses dans la culture suivante (luzerne, ray-grass). • Multiplication des vers fil de fer et de certains nématodes comme l'anguillule des tiges. • Nécessite une chaîne de récolte des fourrages. • Marge brute faible. |

Choix du mélange de prairie temporaire

| Fixation d'azote |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Durée : 3 ans mieux que 2 ans ; 2 ans mieux que 1 an. • Espèces de légumineuses : luzerne > trèfle violet > trèfle blanc > trèfle d'Alexandrie > trèfle de Perse. • Luzerne, trèfle violet : racines profondes, remonte les éléments nutritifs. • Trèfle violet : supporte des sols plus acides que la luzerne. • Trèfle blanc : bouche très rapidement les trous ; sensible au sec ; très tolérant à la coupe et au mulch. |

| Part optimale de légumineuses dans le mélange |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • La prairie temporaire devrait être composée d'une bonne part de légumineuses très productives, résistantes au sec et durables (luzerne, trèfle violet longue durée). • Plus la part de légumineuses augmente et plus il est difficile d'effectuer un séchage au sol. |

| | |
|--|--|
| <p>Moins de 35% de légumineuses ex. : Mst 330, 230</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restitution en azote moyenne à faible. • Bonne souplesse d'utilisation. • Fanage au sol facile. | <p>Part de légumineuse et production d'azote symbiotique</p> |
| <p>50-70% de légumineuses ex. : Mst 300, 320, mélanges M ou L</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restitution en azote maximale. • Souplesse d'utilisation moyenne. • Fanage au sol difficile. | |
| <p>Plus de 80% de légumineuses ex : Mst 300, 320 avec adjonction de légumineuses ; trèfle violet ou luzerne pure.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restitution en azote moyenne. • Peu de souplesse d'utilisation. • Fanage au sol très difficile. • Ensilage délicat. | |

| Vente de fourrage |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Les mélanges standard sont adaptés à la production de fourrage. • Les fourrages avec plus de 70% de légumineuses sont moins recherchés par les éleveurs. • Les marges réalisées avec la PT sont difficiles à généraliser compte tenu de l'hétérogénéité des valorisations locales. |

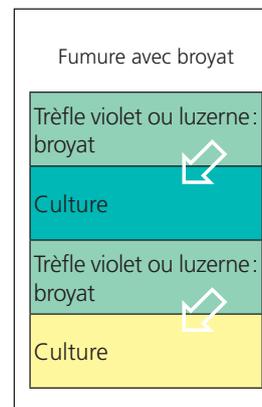
| Maîtrise des mauvaises herbes |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Installer des prairies temporaires de 2 ans : meilleur effet de lutte contre les vivaces. • Utiliser la prairie temporaire de manière plutôt intensive : <ul style="list-style-type: none"> – réduction plus importante des adventices, particulièrement chardon et liseron. – meilleur fourrage (meilleur prix de vente). – plus de travail pour les coupes. |

Mulch des prairies

- Dans l'idéal, faucher et exporter le fourrage pour améliorer la fixation d'azote par les prairies, car :
 - la minéralisation de l'azote de la coupe et la réabsorption par la légumineuse peut abaisser le rendement de fixation d'azote de 30 à 40% (les légumineuses réutilisent une part de l'azote disponible par le mulch au lieu d'en fixer);
 - il y a un risque de lessivage de l'azote, (jusqu'à 80 kg/ha sur sols sableux avec de fortes pluies).
- Le mulch devrait être réservé à la dernière pousse de la prairie avant la mise en cultures car :
 - le mulch de la dernière coupe offre l'opportunité d'une bonne mise en valeur de l'azote de la prairie par la culture suivante, surtout au printemps.

Si on ne peut pas mettre en valeur les coupes par la vente des fourrages :

- exporter le fourrage sous forme de broyat pour faire la fumure d'une culture exigeante en azote comme le maïs ou les légumineuses (technique en développement);
- faucher au lieu de broyer et répartir la marchandise de manière homogène (amélioration de la repousse);
- faucher le plus haut possible;
- broyer plutôt que faucher par temps sec;
- choisir des intervalles longs entre chaque mulch.



Effet azote du mulch

L'effet azote du mulch dépend de la part de légumineuses, de la quantité de fourrage broyé et du stade au moment du broyage.

| Stade des graminées au moment du broyage | avant épiaison | avant floraison |
|--|----------------|-----------------|
| Apport en azote à la culture suivante | 30-60 N/ha | 20-40 N/ha |

Effet azote des prairies temporaires dans la rotation

La quantité d'azote mise à disposition pour les cultures suivantes par la PT n'est pas facile à déterminer. Les normes ci-dessous concernent tous les types de PT, sans précision de la part de légumineuses, ni de la date de la rompue.

| Correction de fumure azotée selon les différents précédents prairies PT (Données de Base de la Fumure 2009 - DBF 2009) | Enfouissement | |
|---|---------------|-----------|
| | Automne | Printemps |
| Prairie temporaire (3 ans et plus) ou naturelle | -30 | -40 |
| Prairie temporaire (2 ans) | -20 | -30 |
| Prairie temporaire (1 an) | -10 | -20 |
| Prairie temporaire (3 ans et plus) comme antécédent | -10 | -10 |

Moment optimal de la rompue

Il n'y a pas d'essai démontrant les quantités d'azotes fournies à la culture suivante en fonction du type de sol et du moment de la rompue. En optimisant le moment de la rompue on peut améliorer la fourniture d'azote à la culture suivante (principalement en limitant les pertes).

| Type de sol | Culture d'automne | Culture de printemps installée avant mi-avril | Culture de printemps installée après mi-avril |
|------------------------------|------------------------------|---|--|
| Sols sableux, légers | Le plus tard possible. | Tôt au printemps (éventuellement, tard en automne). | 4 semaines avant le semis, précédé d'un mulch (le trèfle se décompose mal si les prairies sont retournées trop tardivement dans les stations séchardes). |
| Sols moyens | Le plus tard possible. | Dès que le sol est suffisamment ressuyé au printemps ou le plus tard possible en automne. | 2 à 3 semaines avant la mise en place de la culture. |
| Sols lourds, argileux | 3-4 semaines avant le semis. | Le plus tard possible en automne pour profiter des gelées. | 2 à 3 semaines avant la mise en place de la culture. |

- Tenir compte du besoin de faire un faux-semis avant l'installation de la culture, éventuellement avancer la date de la rompue si on fait un faux semis.

Sources externes d'azote

Plusieurs possibilités de se fournir en engrais à l'extérieur de l'exploitation :

- engrais de ferme ;
- effluents de biogaz, composts, etc ;
- engrais organiques du commerce (EOC), voir FT 3.4.51-52.

Engrais de ferme

Les engrais de ferme sont la meilleure source de fertilisants externes.

- Excellente source d'azote.
- Fourniture de bonnes quantités de MO au sol et améliorent la structure.
- Difficiles à se procurer dans les régions sans bétail.

| | Disponibilité de l'azote | Part d'azote rapidement assimilable |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Fumier | moyenne à lente | ~1/3 |
| Lisier et purin | rapide | ~2/3 |

Composts de déchets verts

Les composts de déchets verts :

- sont un excellent amendement organique (matière organique, éléments nutritifs) ;
- ont une influence très positive sur l'activité biologique du sol ;
- sont proportionnellement riches en phosphore et pauvres en azote assimilable ;
- n'ont pas d'effet azote à court terme, particulièrement en sols lourds ;
- ont des teneurs qui peuvent très fortement varier en fonction de la provenance et du stade de mûrissage.

Teneurs moyennes des composts de déchets verts (DBF 2009)

| | MS | MO | N total | N disponible | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg | Ca |
|-----------------------|---------|---------|---------|--------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|
| kg/t. matière fraîche | 510 | 214 | 7 | 0.5 | 4 | 5 | 3 | 25 |
| kg/m ³ | 500-800 | 170-400 | 5.5-14 | 0.25-0.6 | 2.6-6 | 4-10 | 2.5-6 | 20-50 |

La part d'azote disponible représente 5 à 10% de l'azote total.

Les composts de déchets verts jeunes peuvent bloquer l'azote du sol (fermentation non terminée).

- Utiliser les composts de déchets verts comme amendement organique et non pas comme source de fumure azotée à court terme.
- Faire les apports avant prairie temporaire ou légumineuse.

Digestats de Biogaz

- Les teneurs des différents digestats varient en fonction des matières premières utilisées.
- Une partie de l'azote organique est convertie en azote ammoniacal durant la fermentation (plus facilement assimilable).
- Les teneurs sont similaires aux teneurs des lisiers et fumiers si les substrats alimentant le digesteur sont essentiellement composés d'engrais de ferme.
- Les digestats liquides peuvent être épandus comme engrais de couverture.
- Bon amendement organique (lignine et cellulose non dégradées).
- Peu agressifs envers les plantes.

Teneurs moyennes des digestats de biogaz (DBF 2009)

| | MS | MO | N total | N disponible *) | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg | Ca |
|---|-----|-----|---------|--------------------------|-------------------------------|------------------|----|----|
| Digestats solides kg/t. matière fraîche | 490 | 235 | 6 | ~1/3 de N _{tot} | 3 | 5 | 3 | 25 |
| Digestats liquides kg/t. matière fraîche | 130 | 61 | 4 | ~2/3 de N _{tot} | 2 | 4 | 1 | 5 |

*) Les résultats d'essais sont trop peu nombreux pour donner une indication exacte sur la disponibilité moyenne de l'azote des digestats. On admet que l'année de l'épandage, la disponibilité de l'azote correspond au moins à celle des engrais de ferme, soit ~1/3 pour les digestats solides et ~2/3 pour les digestats liquides.

Les plus grandes pertes d'azote interviennent entre le mois de novembre et le mois de février, stade de repos des cultures.

Les pertes par lessivage peuvent atteindre de 30 à 150 kg/N/an.

Sur une exploitation, le choix de rotation et la mise en place des cultures permettent déjà de réduire ces pertes.

Définitions

- Dénitrification : conversion des nitrates en forme gazeuse (NO, N₂O, N₂).
- Volatilisation : entraînement dans l'air de l'ammoniac.
- Lessivage : entraînement des nitrates dans les sols (connu aussi sous le nom de lixiviation).
- Minéralisation : processus par lequel les micro-organismes décomposent l'azote organique qui libère des composés minéraux simples (CO₂, H₂O, NH₄⁺, PO₄H⁻, etc.).

Mesures pour limiter les pertes en azote du sol

Travail du sol, rotation



| | | | |
|--|---|---|---|
| • Eviter le tassement du sol (il peut augmenter la saturation en eau). | • | | |
| • Eviter de laisser le sol nu trop longtemps à l'arrière automne ou en hiver. | | | • |
| • Incorporer rapidement les résidus de récolte et les engrais verts. | | • | • |
| • Enfouir rapidement les chaumes de pailles en été. | | • | • |
| • Effectuer un travail du sol grossier (une texture fine accélère la dénitrification). | • | | |
| • Eviter le travail du sol en profondeur et intensif (accélère le processus de minéralisation et les éléments minéraux ne sont pas assimilables assez vite par les plantes). | | | |
| • Favoriser une teneur en matière organique élevée par les techniques culturales simplifiées par exemple (les sols pauvres en humus sont plus sensibles au lessivage). | | | • |
| • Préférer le semis sous couverture à un semis traditionnel par exemple pour le maïs. | | | |
| • Planter la prairie, la jachère ou l'interculture le plus rapidement possible après la récolte du précédent cultural. | | | • |
| • Limiter l'irrigation (sensibilité accrue au lessivage lors de débits importants) en contrôlant la capacité d'absorption du sol. | | | • |
| • Eviter les apports de matières organiques facilement minéralisables (jeune compost, purin) sur des sols hydromorphes (saturés en eau). | | | • |

Influence des cultures

| | | | |
|---|--|---|---|
| • Limiter la part en sarclées dans la rotation (pommes de terre, betteraves, etc.). | | | • |
| • Effectuer des associations de cultures (développement racinaire différencié qui évite la compétition pour les éléments minéraux et leurs pertes par lixiviation). | | | • |
| • Semer des plantes pièges à azote pour absorber le maximum d'azote du sol (seigle, avoine, colza, moutarde, etc.). | | | • |
| • Effectuer le mulching de l'intermédiaire le plus tard possible (piéger un maximum d'azote et éviter que l'azote fourni par la minéralisation de la culture intermédiaire puisse être lessivé). | | • | • |
| • Particularités pour la culture du colza : <ul style="list-style-type: none"> – avancer le plus possible la date de semis du colza (absorption d'azote par la culture avant l'hiver); – laisser repousser le colza après la récolte (capter les importantes quantités d'azote disponibles dans le colza ; les reliquats azotés sont plus élevés qu'après les céréales et l'azote des pailles de colza est minéralisé). | | | • |

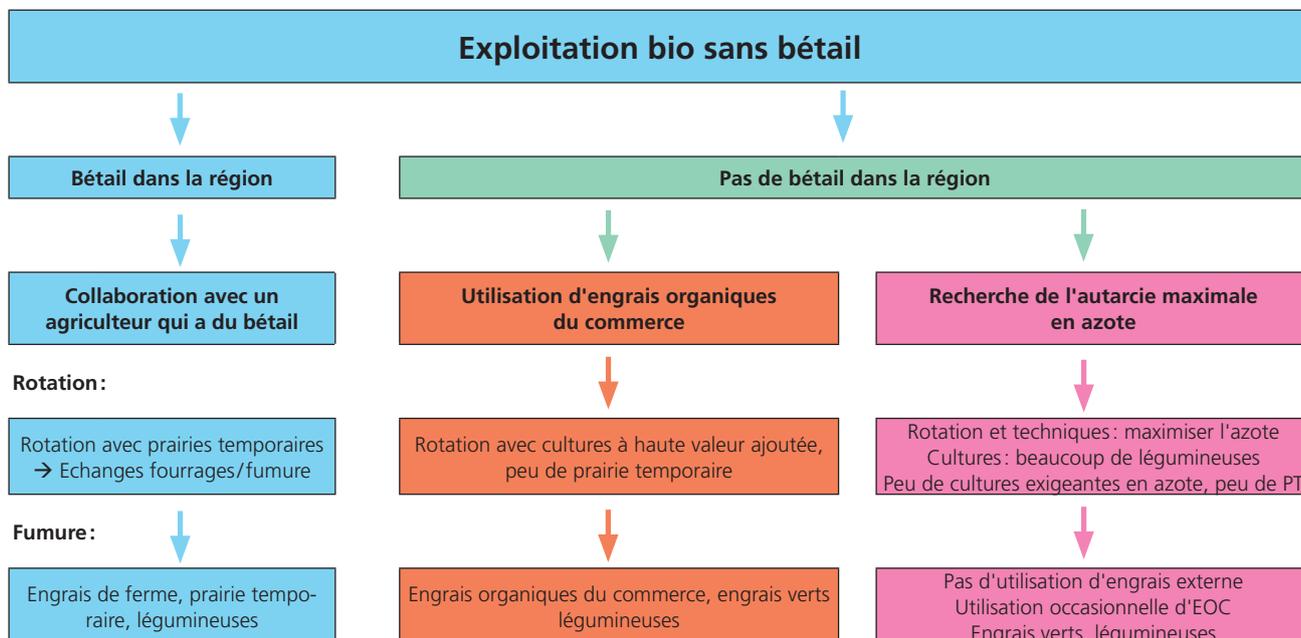
Estimation de la descente des nitrates dans le sol

| Type de sol | léger | moyen | lourd |
|--|------------|------------|------------|
| Descente des nitrates pour 100 mm de pluie | 50 à 70 cm | 20 à 40 cm | 15 à 20 cm |

Principales stratégies de fumure selon la situation

Les possibilités de reprise d'engrais de ferme dans la région et/ou d'échanges de fourrage influencent les stratégies de fumure des fermes bio sans bétail.

La stratégie appliquée sur chaque ferme est différente et combine souvent plusieurs moyens.



Bétail dans la région

Collaboration avec une agricultrice ou un agriculteur qui a du bétail

Ce mode d'exploitation s'apparente plus ou moins à une exploitation avec bétail par les échanges entre l'exploitation sans bétail et l'éleveur (paille, fourrages, engrais de ferme, etc.).

Rotation

- Prairies temporaire: part de prairies temporaires en fonction des possibilités de vente de fourrages.
- Cultures de légumineuses à graines: en fonction des conditions de l'exploitation.
- Cultures exigeantes en azote (colza, maïs): fumure avec engrais de ferme et/ou d'engrais organiques du commerce (EOC).

Technique

- Fourniture de paille à l'éleveur.
- Reprise d'engrais de ferme (par ex.: lisier sur les céréales au printemps).

Exemple:

Pas de bétail dans la région

Rotation

- Les possibilités de mise en valeur des fourrages sont limitées dans les régions sans bétail. La part des prairies temporaires sera limitée mais conforme au cahier des charges de Bio Suisse.
- Cultures de légumineuses à graines : le plus possible en fonction des conditions de l'exploitation.
- Engrais verts : optimiser les engrais verts fournisseurs d'azote.
- Autoproduction d'azote pour les cultures de fin de printemps (par exemple : légumes après blé).

Recherche de l'autarcie maximale en azote

La recherche de l'autarcie en azote sur le domaine demande une bonne organisation et une bonne technicité.

Rotation

- Cultures exigeantes en azote (colza, maïs): très difficile, à limiter.

Technique

- Utilisation de compost de déchets verts comme amendement organique.
- Garder, enfouir les pailles.
- Utilisation occasionnelle d'engrais organiques du commerce.
- Fumure avec broyat (utiliser les fourrages de la PT comme source de fumure).

Exemple :

Utilisation d'engrais organiques du commerce

L'utilisation exclusive d'engrais organiques du commerce est essentiellement réservée aux cultures à haute valeur ajoutée comme les légumes (prix des engrais organiques du commerce).

Rotation

- Autoproduction d'azote pour les cultures de fin de printemps.

Technique

- Utilisation de compost de déchets verts comme amendement organique.
- Garder et enfouir les pailles.
- Utilisation d'EOC sur les cultures exigeantes en azote (colza, maïs, choux, etc.).

Exemple :

Autres stratégies

Engraissement extensif

- Reprise de bétail sur l'exploitation :
 - bovin pour l'engraissement extensif au pâturage ;
 - jeune bétail d'élevage en pension.
- Demande un minimum d'infrastructure pour l'hivernage du bétail et le stockage des fourrages.
- Bonne mise en valeur des fourrages et disponibilité en fumure.

Introduction

Les engrais de ferme sont la base de la fumure en agriculture biologique. Certaines entreprises agricoles ne disposent pas de suffisamment d'engrais de ferme et doivent trouver des solutions pour la fumure de leurs parcelles. Une des possibilités est l'utilisation d'engrais organiques du commerce (EOC) :

- les EOC sont des engrais organiques riches en azote. La plupart contiennent également des quantités plus ou moins importantes de phosphore, de potasse et d'autres éléments;
- la rapidité de mise à disposition de l'azote et l'efficacité des EOC dépendent de plusieurs facteurs, dont les principaux sont la température, l'humidité de l'activité du sol et la forme de l'engrais.
- une grande partie des matières premières des EOC sont des sous-produits de l'industrie alimentaire.

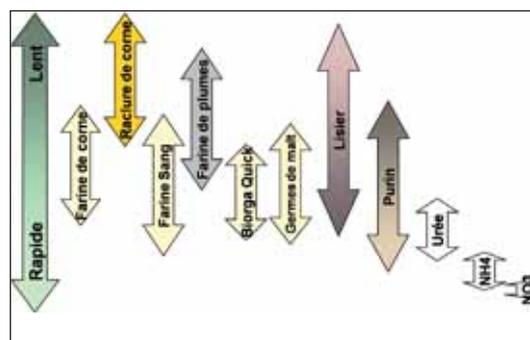
Principales matières premières des EOC

| Matière première | Formes | Teneurs % N % P ₂ O ₅ (P) ou K | Rapidité de minéralisation de l'azote | Remarques |
|------------------|-----------------------------|---|--|--|
| Corne | Poudre, farine ou raclures. | Farine 14 % N Raclure 14 % N | Moyenne Rapide | Cornes et sabots de ruminants. |
| Plume | Farine. | 13 % N | Moyenne | Les granulés de farine de plumes seuls sont parfois instables. |
| Os | Poudre. | 6 - 9 % N; 12 % P | Rapide | Rapport N / P défavorable en pur. |
| Vinasse | Liquide. | 4 - 5 % N 5 - 6 % P, 1 % K ₂ O | Rapide | Utilisé comme liant pour les pellets ou comme engrais. |

Diverses autres matières premières entrent dans la composition des EOC (tourteaux, guano, fumier de poule séché, marc de raisin, malt, protéines de maïs ou de pomme de terre, etc.).

Forme et efficacité des EOC

- Le taux de minéralisation de l'azote d'un EOC en une période de végétation est en moyenne de 80 % (55 à 85 %).
- Les EOC se trouvent sous plusieurs formes (produits purs ou produits mélangés, produits non transformés ou formulés).
- Les mélanges se minéralisent toujours plus vite que leurs composants utilisés seuls.
- La forme des EOC permet d'améliorer les qualités techniques d'épandage des engrais et agissent sur la rapidité de minéralisation.



Efficacité de l'azote de quelques EOC en comparaison avec des engrais de ferme et des engrais de synthèse. (Source Hauert)

Comparaison de quelques critères d'un même EOC en 3 formulations différentes :

| Forme | Moulu, farine | Pelletisé | Granulé |
|---------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Rapidité de minéralisation | La plus rapide | La moins rapide | Moyenne |
| Densité (kg / l) | 0.5 - 0.7 | > 0.8 | > 0.8 |
| Précision / facilité d'épandage | Moyenne | Bonne à très bonne | Bonne |
| Epandage possible avec | Distributeur spécial | Epandeur centrifuge | Epandeur centrifuge |
| Largeur d'épandage jusqu'à | Sur la ligne | 18 m | 12 m |
| Prix | Le moins cher | Prix moyen | Le plus cher |

Qualités techniques des EOC

Pour un épandage régulier et précis avec un distributeur centrifuge équipé de disques normaux, l'EOC devrait avoir :

- une densité > 0.8 kg / l;
- une granulation / pelletisation ferme et stable, sans trop de poussières.

Pour apprécier les propriétés d'épandage d'un engrais :

- passer plusieurs sacs dans le distributeur sans les pales d'épandage et déterminer si l'engrais est moulu ou non par le distributeur;
- les EOC avec une granulation trop molle sont fortement moulus.

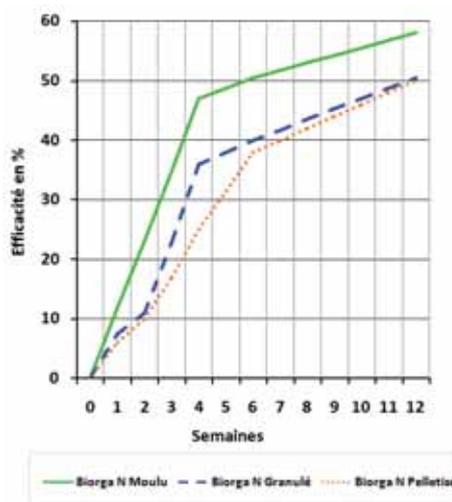
Utilisation des EOC

- L'efficacité des EOC dépend fortement des conditions climatiques (température, humidité).
- La rentabilité dépend fortement du prix à l'unité d'azote et de la marge brute de la culture.
- Pour les exploitations Bio Suisse : engrais du commerce autorisés selon la liste des intrants du FiBL.

Apports des EOC

- Le moment d'application est difficile à déterminer car la minéralisation de la grande partie de l'azote des EOC dure de 3 à 10 semaines (de 12 à 24 semaines pour les raclures de corne) :
 - culture d'automne : effectuer les apports le plus tôt possible à la sortie de l'hiver / démarrage de la végétation;
 - cultures de printemps : lors de la préparation du sol ou au semis / plantation.
- Incorporer superficiellement l'engrais (herse étrille ou sarcluse).
- Les EOC sous forme de granulés sont des pellets broyés.
- Les pellets sont moins chers que les granulés.
- Pour profiter des avantages des pellets (prix, facilité et régularité d'épandage) et de ceux des granulés (rapidité de minéralisation) on peut :
 - faire l'apport sous forme de pellet le soir, avant une rosée;
 - enfouir à la herse étrille ou par sarclage, le matin (la rosée aura ramoli les pellets qui seront fortement dégradés lors de l'enfouissement).

Comparaison de la rapidité de minéralisation d'un même engrais sous 3 formes.



Plus l'engrais est fin, plus la minéralisation sera rapide.

Utilisation des EOC (exemples avec ou sans engrais de ferme comme fumure de base) :

| Fumure de base | Engrais de ferme 50 kg N / ha | Engrais vert Sans engrais de ferme | Engrais avec minéralisation | Remarques |
|---|----------------------------------|--|--------------------------------|--|
| Cultures N / ha sous forme d'EOS | | | | |
| Céréales d'automne | 40 - 50 ⁵⁾ | 50 - 100 ⁵⁾ | Rapide | Améliore en général la teneur en protéines. |
| Colza | 60 - 70 ⁴⁾ | 90 - 120 ⁴⁾ | Rapide | Apport avant le semis est quelques fois intéressant. |
| Maïs grain | 30 - 40 ²⁾ | 80 - 90 ²⁾ | Moyenne | |
| Tournesol | 0 | 30 - 50 ²⁾ | Moyenne | |
| Pommes de terre | 35 - 50 ³⁾ | 60 - 90 ³⁾ | Moyenne | Engrais de ferme à éviter (risques de galle). |
| Pommes de terre hâtives | - | 50 - 70 ³⁾ | Rapide | Engrais de ferme à éviter (minéralisation trop lente). |
| Carottes de garde | - | 40 - 50 ¹⁾ | Moyenne | Engrais de ferme déconseillé. |
| Salades hâtives | - | 100 ¹⁾ | Rapide | |
| Salades dès mai | 25 ⁶⁾ | 70 ⁶⁾ | Moyenne | |
| Choux de garde | 60 ⁶⁾ | 120 ⁷⁾ | Moyenne | |
| Céleris de garde | 60 ⁸⁾ | 120 ⁹⁾ | Moyenne | |

1) A la préparation du sol

2) Au semis

3) A la plantation

4) A la sortie de l'hiver

5) A la sortie de l'hiver / démarrage de la végétation

6) 3 - 4 semaines après la plantation

7) 80 kg N / ha à la plantation ; 40 kg N / ha, 3 - 4 semaines après la plantation

8) 5 - 6 semaines après la plantation

9) 60 kg N / ha à la plantation; 60 kg N / ha, 5 - 6 semaines après la plantation

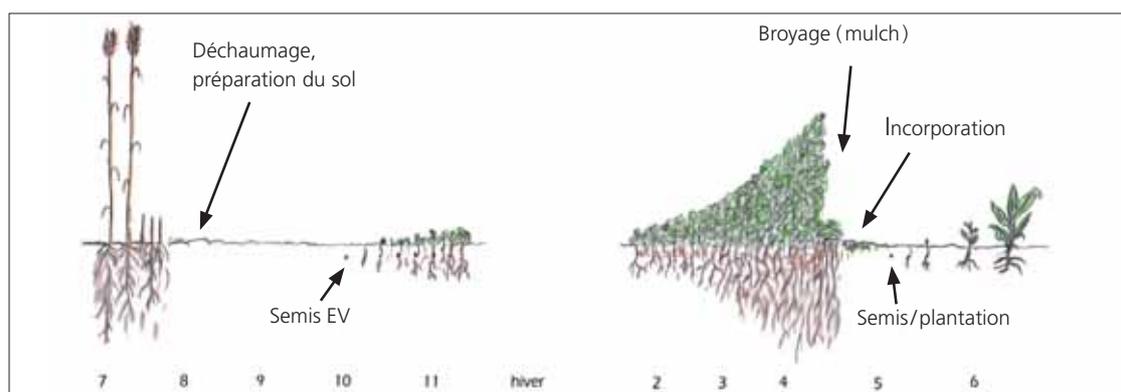
Priming effect

De faibles apports d'EOC (30 à 40 N / ha) tôt au printemps ont un effet de "réveil" sur les micro-organismes du sol et se répercutent favorablement sur l'état de la culture, le rendement et les marges.

Généralités

Certains engrais verts à base de légumineuses peuvent être d'importants fournisseurs d'azote pour les cultures semées ou plantées dès mai (tournesol, maïs, légumes à longue période de végétation).

- Dès une fourniture de 100 unités d'azote/ha, la culture d'engrais verts est rentable en comparaison aux EOC.
- Le principe est de cultiver certaines légumineuses hivernantes comme engrais vert et de les incorporer avant la culture principale.
- Intéressant pour les fermes sans bétail (ou avec peu d'engrais de ferme disponible).
- Méthode en développement.



Réalisation

| | |
|---------------------------------|--|
| Travail du sol | • Travail réduit ou labour (attention à ne pas compacter le sol). |
| Date de semis | • Mi-octobre (objectif : stade 2 feuilles à l'entrée de l'hiver). |
| Densité | • Assez dense (voir tableau FT 3.4.62). • Augmenter la densité de semis (jusqu'au double de la quantité normale) si semis en novembre. |
| Profondeur | • Selon l'espèce. |
| Interligne | • Le plus serré possible pour éviter le désherbage. |
| Fumure | • Aucune. |
| Broyage | • Entre fin avril et début mai (en cas de semis tardif de l'engrais vert, retarder si possible le broyage de manière à obtenir un maximum de masse végétale). |
| Incorporation et travail du sol | • Incorporer au plus vite le mulch (maximum 2 à 3 jours après le mulch). • Le but est de bien répartir le mulch dans les premiers 15 cm du sol. • Labour. • Ou charrue déchaumeuse puis herse rotative à axe horizontal. • Ou travail superficiel avec cultivateur à socs à ailettes scalpant toute la surface (utilisation de la herse étrille impossible car grandes quantités de matière en surface). |
| Culture suivante | • Choisir des machines adaptées à chaque situation (présence ou non de résidus en surface). |

Conditions de réussite

- Plus la légumineuse est broyée tardivement et plus la quantité d'azote fournie à la culture suivante sera importante.
- Incorporer au plus vite la matière broyée pour éviter les pertes d'azote.
- Prendre soin d'éviter toute asphyxie dans le sol si enfouissement par labour (importante quantité de matière organique).

Contraintes rotation

- Ne pas utiliser de pois comme engrais vert si la rotation comprend du pois comme culture principale. Préférer dans ce cas la vesce velue ou la féverole.

Espèces et variétés

Pour une bonne fourniture d'azote, la légumineuse doit pouvoir produire une bonne masse foliaire au printemps. Elle doit avoir :

- Une bonne résistance à l'hivernage.
- Un bon développement végétatif.
- Une bonne qualité de la masse foliaire.

Espèces :

- **pois fourrager** : la variété EFB 33 a montré de bonnes performances dans la fourniture d'azote ;
- **pois protéagineux** : légèrement moins productif et moins concurrentiel que le pois fourrager ;
- **vesce velue** : particulièrement bon feuillage et pousse très rapidement, très concurrentiel contre les mauvaises herbes ;
- **féverole** : production d'azote un peu moins élevée que les pois et la vesce ;
- **trèfle violet, luzerne** : plantes possibles avec semis en juillet-août, mais pas encore testées.

Quantités et coût des semences

| Espèces | Quantité par ha (semis date normale) | Prix semences | |
|-------------------|---|---------------|-------|
| | | Cert. | Ferme |
| Pois fourrager | 200 kg | 500 | 200 |
| Pois protéagineux | 200 kg | 500 | 200 |
| Vesce velue | 140 kg | 700 | - |
| Féverole | 300 kg | 570 | 260 |

Cert. : semences certifiées ; ferme : semences de ferme

Efficacité

Le FiBL a 3 ans d'expériences sur le sujet avec du maïs comme culture suivante et sans fumure.

Effets de l'utilisation des engrais verts sur le rendement du maïs (moyenne des essais)

| | Pois protéagineux | Pois fourrager | Vesce velue | Féverole | Témoin (chaumes) |
|---------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|----------|------------------|
| Quantité de semences (kg/ha) | 200 | 200 | 140 | 300 | |
| Rendement maïs plante entière (dt MS) | 193 | 189 | 185 | 167 | 114 |

Vue des procédés de l'essai en été 2007



Procédé Féverole Pois fourr. Pois fourr. Vesce velue Seigle Pois prot. Pois fourr. Pois prot. Chaumes

Coûts

Frais d'installation et de mulch de l'engrais vert

| | Pois protéagineux | | Pois fourrager | Vesce velue | Féverole | |
|--------------------------------|-------------------|------------|----------------|-------------|------------|------------|
| | certifiées | ferme | certifiées | certifiées | certifiées | ferme |
| Provenance des semences | | | | | | |
| Semences (quantités/ha) | 200 | 200 | 200 | 140 | 300 | 300 |
| Coûts semences (Fr/ha) | 500 | 200 | 500 | 700 | 570 | 260 |
| Semis combiné (par entreprise) | 280 | 280 | 280 | 280 | 280 | 280 |
| Mulching | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| Coûts | 850 | 550 | 850 | 1050 | 920 | 610 |

Remarque : des frais pour semis d'engrais verts existent de toute façon avant une culture de printemps.

Coût engrais organique du commerce

| | Fr. / kg N | Coût engrais | Epandage | Frais totaux |
|-----------------------------------|------------|--------------|----------|--------------|
| Apport de 70 N/ha sous forme EOC | 7.80 | 546.- | 55.-/ha | 601.-/ha |
| Apport de 100 N/ha sous forme EOC | 7.80 | 780.- | 55.-/ha | 835.-/ha |
| Apport de 120 N/ha sous forme EOC | 7.80 | 936.- | 55.-/ha | 991.-/ha |

Dès la fourniture de 90-100 kg N/ha, la culture des engrais verts est intéressante par rapport à l'achat des EOC.

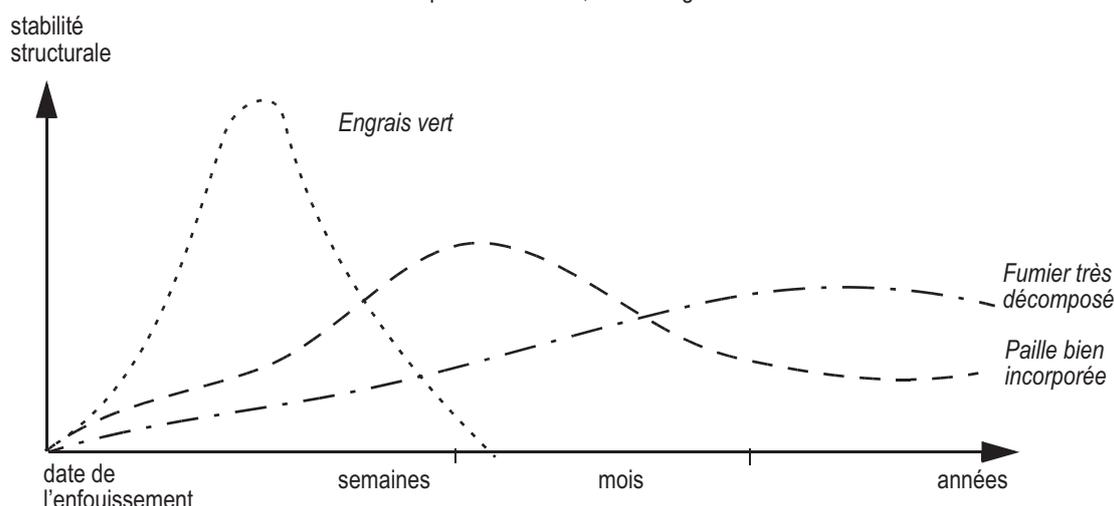
Un engrais vert est une culture d'une ou plusieurs espèces végétales, de croissance généralement rapide, cultivées pour être incorporées au sol afin d'en augmenter la fertilité.

Avantages et inconvénients des engrais verts

| Avantages | Inconvénients |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Restitution de matière organique au sol par les feuilles et les racines. • Stimulation de l'activité biologique du sol par l'enfouissement d'une masse de feuilles et de tiges et par des racines facilement fermentescibles. • Amélioration de la structure et de la stabilité structurale du sol. • Augmentation du pouvoir de rétention en eau. • Piégeage de l'azote disponible pendant l'interculture. • Fourniture d'azote pour la culture suivante (une légumineuse peut fournir 10 à 100 kg N/ha). • Effet répressif sur les mauvaises herbes. • Protection contre l'érosion. | <ul style="list-style-type: none"> • Contraintes dues à la rotation. • Risques maladies et/ou ravageurs si l'engrais vert est inadapté aux conditions locales, p. ex. hernie du chou). • Difficile à installer en régions sèches. • Frais d'installation (semence, travail). • Mauvaise maîtrise de la période de restitution de l'azote (légumineuses). • Moins de temps et de possibilités pour effectuer les façons culturales intercalaires (déchaumage). • Risque de « faim d'azote » en cas d'enfouissement d'une grande quantité de plantes « pauvres en azote » (non légumineuses). |

Effet de l'enfouissement sur la stabilité structurale du sol

d'après G. Monnier, INRA Avignon



Mise en place de l'engrais vert

L'implantation de l'engrais vert doit être soignée. Plusieurs modes de mise en place sont possibles.

| | |
|------------------------|---|
| Semis classique | <ul style="list-style-type: none"> • Travail du sol le plus vite possible après la récolte (profiter de la structure laissée par le précédent et éviter le dessèchement du sol en surface). • Labour pas nécessaire (éventuellement labour avant l'engrais vert si pas de labour pour la culture suivante, par exemple betterave). • Semis au semoir à céréales ou à la volée (lit de semences en fonction de la grosseur des semences). |
| Semis direct | <ul style="list-style-type: none"> • Permet d'implanter un couvert très rapidement après la récolte du précédent et sans préparation particulière. • Demande des machines spécifiques. |
| Avant moissons | <ul style="list-style-type: none"> • Engrais vert semé dans une céréale, 10 à 15 jours avant la moisson. • La graine est déposée sur le sol sans travail du sol ni enfouissement. • Technique bien adaptée aux crucifères (radis, moutarde, etc.). |
| A la récolte | <ul style="list-style-type: none"> • Semis lors du battage des céréales (semoir spécial sous la moissonneuse-batteuse). |
| Sous-semis | <ul style="list-style-type: none"> • Semis dans la culture au printemps lors de la dernière intervention de désherbage. • La culture principale ne doit pas être trop dense. • Technique bien adaptée aux petites graines (trèfles) dans des céréales ou maïs. |

Entretien du couvert végétal

Coupe de nettoyage

- En cas de forte pression d'adventices et d'engrais verts faiblement développés :
→ Faire une coupe de nettoyage (avant la floraison des adventices).
- Si le développement de l'engrais vert est trop important ou en cas de risque de mise à graines de l'engrais vert ou d'adventices :
→ Faucher ou réduire l'engrais vert (fauche ou pâturage pendant une courte période par des ruminants - ne pas faire pâturer si les crucifères sont en fleurs!).

Fumure

- Aucune fumure ni amendement spécifique pour les cultures d'engrais verts (voir fumure sous 5.1.8).

Incorporation de l'engrais vert

- L'enfouissement d'une grande quantité de plantes « pauvres en azote » (engrais vert composé de plantes essentiellement âgées et non légumineuses) risque de provoquer une « faim d'azote ».
- Le stade de l'engrais vert à son enfouissement influence l'effet de celui-ci dans le sol.

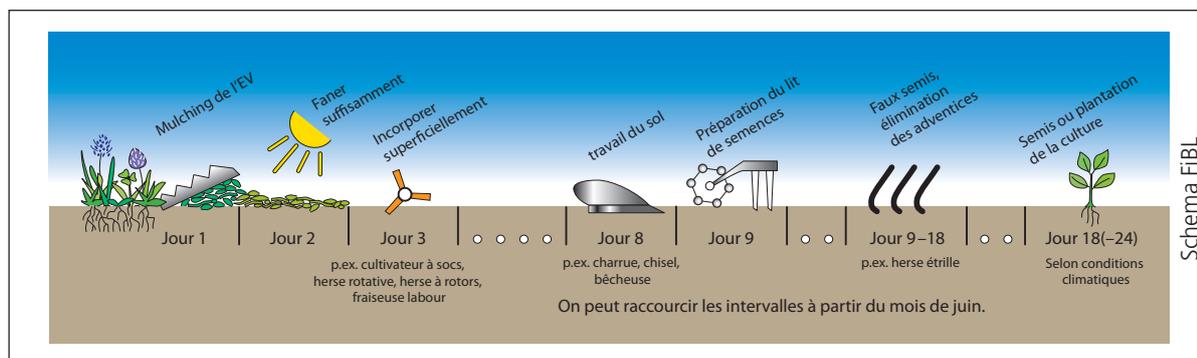
| Stade d'enfouissement | Effet (tendances) |
|-------------------------------|--|
| Jeune : | Contribution proportionnellement plus importante d'azote et plus rapide. |
| Tardif (floraison-épiaison) : | Contribution plus importante à la constitution de l'humus du sol. |

Moment d'incorporation d'un engrais vert

L'engrais vert devrait être suffisamment décomposé au moment de la mise en place de la culture suivante.

- Plus la destruction de l'engrais vert est tardive, plus la quantité de matière organique restituée au sol, respectivement d'azote pour les engrais verts légumineuses, sera importante.
- Les engrais verts non hivernants gèlent mieux lorsqu'ils ont fleuri.
- Les racines de navette peuvent repousser si la plante n'a pas fleuri.
- Broyer les engrais verts hivernants très développés (avant la formation de graines), pour faciliter l'incorporation et éviter les repousses végétales.
- Incorporer l'engrais vert assez tôt avant l'installation de la culture suivante (meilleure décomposition de la matière organique et diminution du risque de repousses) :
 - au moins 1 mois avant, si les conditions sont défavorables à une décomposition rapide (matière organique dure et abondante, grossièrement broyée, sur sol peu actif et par temps froid et humide);
 - 1-2 semaines avant, si les conditions sont optimales (engrais vert jeune et tendre, finement broyé, sur un sol vivant et par temps chaud et sec).
- Eviter la formation de couches épaisses de matières organiques dans le sol (provoquent des manques d'oxygène et annulent les effets positifs de l'engrais vert).
- Incorporer superficiellement (10 à 15 cm) ou entre les sillons et non au fond de la raie, surtout en sol lourd (asphyxie).
- Les cultivateurs lourds et les herse rotatives assurent une meilleure incorporation que les herse à disques, les herse à bèches roulantes ou les charrues.

Exemple de procédé d'incorporation d'un engrais vert et de l'implantation de la culture suivante



Il est possible d'effectuer un **semis direct sur un engrais vert** non hivernant sans l'incorporer ou sans le broyer. Coucher l'engrais vert avec un rouleau avant de semer la culture.

Le choix de l'engrais vert dépend de nombreux facteurs :

- buts recherchés par l'engrais vert (structure du sol, lutte contre les mauvaises herbes, production d'azote et/ou de matière sèche, piégeage des nitrates, etc.);
- contraintes liées à la rotation (surtout maladies, mais aussi ravageurs, mauvaises herbes et repousses);
- durée de l'interculture, espèces hivernantes ou non hivernantes et période de semis de l'engrais vert;
- besoins en eau de l'engrais vert et de la culture suivante;
- besoins en azote: privilégier les légumineuses si culture suivante exigeante en azote;
- présence d'azote dans le sol: plantes pièges à nitrates si de grandes quantités d'azotes sont disponibles;
- maîtrise des vivaces (chiendent, chardon, rumex, etc.), la mise en place d'un engrais vert peut empêcher certains passages d'outils à dents en été;
- possibilités de destruction du couvert.

Semer un engrais vert en culture pure ou en mélange ?

| | |
|---------------------|---|
| Culture pure | <ul style="list-style-type: none"> • Méthode la plus simple. Semences souvent moins chères. • Applicable aux engrais verts non hivernants de courte durée. |
| Mélange | <ul style="list-style-type: none"> • Plus de souplesse vis-à-vis des conditions de croissance. • Meilleure activation de la vie du sol grâce à une répartition des racines dans tout le profil. • Légumineuses en combinaison avec d'autres plantes: davantage d'azote qu'en monoculture. • Moins de risques de transmission de maladies. |

Evaluer les risques d'implantation de l'engrais vert

| Durée de l'interculture | Conditions d'implantation et d'incorporation | |
|--------------------------------------|--|--|
| | Favorable (terres légères, sols sains, faciles à travailler). | Défavorable (teneur en argile élevée, printemps et automne souvent humides). |
| Courte (juillet - octobre) | <ul style="list-style-type: none"> • Espèces à cycle court et levée rapide. • Légumineuses: vesce, trèfle d'Alexandrie, pois. • Plantes pièges à nitrates: crucifères, moha, nyger, sarrasin, sorgho. | <ul style="list-style-type: none"> • Espèces à cycle court et levée rapide. • Légumineuses: vesce, trèfle d'Alexandrie, pois. • Plantes pièges à nitrates: crucifères, moha, nyger, sarrasin, sorgho. • Conduite de l'engrais vert délicate (risque hydrique en période estivale). |
| Moyenne (novembre - avril) | <ul style="list-style-type: none"> • Espèces à cycle court, levée et couverture rapides. • Privilégier la résistance au gel. • Légumineuses: pois, lentille ou association avec légumineuses. • Si plantes pièges à nitrates: céréales. | <ul style="list-style-type: none"> • Engrais vert déconseillé en raison de conditions d'implantation et de destruction trop défavorables. |
| Longue (juillet - avril) | <ul style="list-style-type: none"> • Espèces à cycle long afin d'éviter les montées à graines. • Résistance au gel: indifférent. • Légumineuses: trèfle incarnat, d'Alexandrie ou de Perse, féverole ou pois de printemps, lentille, vesce. • Plantes pièges à nitrates: sarrasin, Ray-grass, céréales, etc. | <ul style="list-style-type: none"> • Espèces à cycle long afin d'éviter les montées à graines. • Privilégier les espèces gélives. • Légumineuses: trèfle d'Alexandrie ou association avec légumineuses. • Plantes pièges à nitrates: phacelia, sorgho. • Conditions de destruction de l'engrais vert délicates. |

Exemples d'engrais verts et leurs points forts

| | | |
|---|---|--|
|  <p>Moutarde Sarepta Concurrentiel et piégeage des nitrates</p> |  <p>UFA Alpha Structure et azote</p> |  <p>Vesce d'été Croissance rapide et apports d'azote</p> |
|---|---|--|

| Nom commercial | Firmes | Espèces, en kg/ha | | | | | | | | | | | | PERIODE DE SEMIS* et QUANTITE en kg/ha | | | | Coût du mélange | Disponibilité en semence bio | | | | | | |
|---------------------------------|--------|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|--|-------|---------|-------|-----------------|------------------------------|-----------|---------|-----|-----|---|---|
| | | Phacelia | Ray-grass Westerstwald | Ray-grass d'Italie | Ray-grass anglais | Ray-grass hybride | Fétuques (rouge et des prés) | Seigle à faucher vert | Trèfle d'Alexandrie | Trèfle de Perse | Trèfle incarnat | Trèfle violet | Poisette d'hiver | Poisette d'été | Niger | Juillet | Août | | | Septembre | Octobre | | | | |
| Hivernage et sensibilité au gel | | S | PS | H | H | H | H | H | S | S | PS | H | H | S | | | 25 | | | | | | 180 | B | |
| OH-Nutrivert | OH | 6 | | | | | | | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | B |
| Orga-Mix C | SCHW | 4 | | | | | | | 16 | | | | | | | | 20 | | | | | | | | B |
| UFA Alpha | UFA | 4 | | | | | | | 10 | 6 | | | | | | | 20 | | | | | | | | B |
| Orga-Mix N | SCHW | 4 | | | | | 5 | | 13 | 4 | | | | | | | 25 | | | | | | | | B |
| UFA Lephla | UFA | 3 | | | | | | | 5 | 5 | | | | | | | 32 | | | | | | | | B |
| OH-Solvert | OH | 23 | | | | | | | 12 | | | | | | | | 35 | | | | | | | | |
| OH-Solvert incarnat | OH | 23 | | | | | | | | 12 | | | | | | | 35 | | | | | | | | |
| Orga-Mix Rapide | SCHW | 21 | | | | | | | | 9 | | | | | | | 30 | | | | | | | | B |
| UFA ARPI | UFA | 6 | | 12 | | | | | | 12 | | | | | | | 30 | | | | | | | | |
| UFA Lolinca | UFA | 12 | 10 | | | | | | | 6 | 2 | | | | | | 30 | | | | | | | | |
| Mélange avec trèfle d'hiver | Rytz | 9 | 12 | | | | | | | 9 | | | | | | | 30 | | | | | | | | B |
| Orga-Mix PI | SCHW | | 10 | | | | 16 | | | 6 | | | | | | | 32 | | | | | | | | B |
| Orga-Mix S | SCHW | 7 | 21 | 7 | | | | | | | | | | | | | 35 | | | | | | | | B |
| UFA Tardisem | UFA | 9 | 24 | 7 | | | | | | | | | | | | | 40 | | | | | | | | B |
| OH-Extravert | OH | | 40 | | | | | | | | | | | | | | 40 | | | | | | | | |
| Mélange trèfle graminée 1'000 | Rytz | 20 | | | | | | | 10 | 6 | | | | | | | 36 | | | | | | | | B |
| Mélange turbo-graminées | Rytz | 7 | 21 | 7 | | | | | | | | | | | | | 35 | | | | | | | | B |
| Alexpp | Rytz | 5 | | | | | | | 10 | 10 | | | | | | | 21-25 | | | | | | | | B |
| Orga-Mix G | SCHW | | | | | | | | | 3 | | | | | | | 30 | | | | | | | | B |
| N-Plus | Rytz | 4 | | | | | 5 | | | 12 | 4 | | | | | | 25 | | | | | | | | B |
| Orga-Mix D | SCHW | | | | | | 60 | | | | 13 | 27 | | | | | | | | | | 100 | | | B |

Hivernage et sensibilité au gel :

| |
|---|
| H |
|---|

| |
|---|
| H |
|---|

| |
|----|
| PS |
|----|

| |
|---|
| S |
|---|

*Période à adapter aux conditions locales

B Bio (prix/ha calculs avec semences bio ou composants bio, autres prix avec semences conventionnelles)

Contraintes pour les rotations légumières

Eviter les transmissions de maladies et ravageurs

Les risques de transmission de maladies est important en rotation avec des légumes, particulièrement pour les crucifères et les légumineuses.

- Respecter les délais de retour des cultures pour éviter la transmission des maladies et ravageurs tels que la hernie du chou, la sclérotiniose, la fusariose et les nématodes.

Choisir des espèces d'engrais vert neutres, comme la phacélie ou des graminées (seigle vert, avoine vert ou ray-grass).

Crucifères comme légumes

Hernie du chou

| Cultures de choux dans une période de 5 ans | Crucifères comme engrais vert dans la rotation |
|---|---|
| Une ou plusieurs | ne pas utiliser de crucifères comme engrais vert. |
| Moins d'une culture de choux | ne pas utiliser de crucifères comme engrais vert avant et après une culture de choux. |

- Le risque de transmission de la hernie du chou est faible durant la période de mi-septembre à mi-avril, la température optimale pour une transmission étant de 20° C environ. Pour cette raison, le chou de chine peut être utilisé comme engrais vert hivernant (excepté dans les rotations riches en crucifères).

Légumineuses comme légumes

- Ne jamais mettre une légumineuse comme engrais vert juste avant une légumineuse comme culture principale.

Haricots

| Engrais vert utilisé | Pause minimum (entre engrais vert légumineuse et haricot comme culture) |
|----------------------|---|
| Pois | Minimum 3 ans |
| Féverole ou lupin | Minimum 2 ans |
| Autres légumineuses | Minimum une année |

Pois

| Engrais vert utilisé | Pause minimum (entre engrais vert légumineuse et pois comme culture) |
|------------------------|---|
| Trèfle, luzerne, vesce | Minimum 2 ans (mieux 4) |
| Pois | Ne pas semer des variétés de pois comme engrais vert dans la rotation |

Risques de repousses

- Il y a souvent risque de repousses après engrais vert de longue durée avec ray-grass ou luzerne (> 12 mois):
 - installer une culture avec bon développement (choux, pommes de terres);
 - proscrire des espèces à semer exigeantes en désherbage.
- Parmi les graminées, le ray-grass anglais et la fétuque des prés posent peu de problèmes de repousses.

Lutte contre les limaces et larves de tipules

- Les engrais verts hivernants favorisent le développement des limaces et des tipules. Sur les parcelles à risques et lors de cultures suivantes sensibles:
 - Labourer l'engrais vert à partir du 15 février (dans de bonnes conditions de sol).

Fumure

Fumure de fond et apports minéraux

- Effectuer les apports de fumure de fond sur les engrais verts au lieu de juste avant la culture principale.
- Effectuer les chaulages avant l'implantation de l'engrais vert.

Engrais de ferme

- Le fumier et le compost destinés à la fertilisation de la culture principale peuvent être épandus sur l'engrais vert qui précède (permet d'éviter un blocage de l'azote si le fumier est riche en paille ou le compost pas mûr).
- Utiliser du lisier seulement pour les engrais verts ayant une part importante de graminées. Epandage avant la mise en place, après une coupe ou avant la destruction de l'engrais vert.

Choix d'une espèce pour un engrais vert en culture pure de courte durée

- Un engrais vert de courte durée (jusqu'à 12 semaines) a une fonction de « bouche-trou ».
- Choisir une espèce/variété à croissance rapide avec une bonne couverture et une production de biomasse abondante.
- Avant les légumes de garde qui sont implantés durant le mois de juin s'il n'y avait pas la possibilité de semer un engrais vert hivernant après la récolte en automne.

Engrais verts de longue durée

- L'objectif est l'assainissement d'une parcelle (lutte contre les adventices vivaces, apport de matière organique, décompactage).
- Utiliser des mélanges de prairies temporaires sur une année au moins (2 hivers si possible).
- Récolter les coupes principales et mulcher la dernière coupe.
- Utiliser intensivement si un des buts est de lutter contre les vivaces.
- Couper les graminées avant épiaison et les légumineuses avant floraison (meilleure fourniture en azote).
- Mulcher suffisamment tôt en fin de période de végétation pour que le mélange puisse bien repousser.
- Mulcher la dernière coupe 3-4 semaines avant l'incorporation de l'engrais vert.
→ fournit une biomasse jeune et rapidement fermentescible.

| | |
|---|--|
| • Mélange trèfle/graminées (Mst 300, 330) | • Mélanges avec trèfle violet (300, 330), très concurrentiel contre les adventices. • Mélanges avec trèfle violet type Mattenkee (contiennent davantage de trèfle et assure une meilleure fourniture en azote). |
| • Mélange luzerne/graminées (Mst 320) | • Très adapté en cas de problèmes de compactage. • Bon effet contre les chardons, liseron. • Inoculer la semence en cas de pH inférieur à 7 ou absence de luzerne depuis plus de 5 ans sur la parcelle. |

Destruction de l'engrais vert: voir FT 5.1.2.

Exemples de positionnement d'engrais vert de différentes durées dans la rotation

| Type d'engrais vert | Culture précédente | Engrais vert | Culture suivante |
|-----------------------|--|---|---|
| < 3 mois au printemps | Pain de sucre, endives (récolte début novembre). | Phacélie, moutarde, trèfle d'Alexandrie, vesces d'été, (semis au printemps à partir de début mars). | Carottes de garde. |
| Non hivernant | Brocoli (récolte août). | Phacélie, mélange de vesces/avoine (semis immédiatement après la récolte). | |
| Hivernant | Brocoli (récolte fin août). | UFA APRI, OH-Nutrivert, Orga Mix N, Orga-Mix C, mélange de Landsberg (semis jusqu'à mi-septembre). | Salades, fenouil (dès mi-avril) ou céleri de garde. |
| > 12 mois | Oignons plantés. | N-plus, mélange avec trèfle d'hiver, pois hivernants, Prairie Mst 230, 330, mélange luzerne/graminées 323 (semis jusqu'à fin août). | Choux divers. |

