

## Planter en agriculture biologique une légumineuse sous couvert de céréales : un piège à nitrates à double effet



En agriculture biologique (AB), la gestion de l'azote au cours de la rotation est essentielle. Les enjeux sont multiples : favoriser l'autonomie vis-à-vis des intrants, optimiser les rendements et la qualité des produits (teneur en protéines des céréales par exemple), tout en limitant les risques de lixiviation des nitrates. Planter des légumineuses fourragères en culture intermédiaire dans les rotations céréalières fait partie des techniques innovantes travaillées dans les exploitations agricoles biologiques disposant de ressources limitées en azote organique.

### Limiter le recours aux engrais organiques

La fertilisation des systèmes céréaliers biologiques repose le plus souvent sur la gestion des apports organiques. Or la libération de l'azote issu de ces apports ne coïncide que partiellement aux besoins des cultures et contribue à augmenter le stock d'azote organique des sols. Les processus de minéralisation dans le sol peuvent entraîner à l'automne des phénomènes de lixiviation des nitrates (impact environnemental négatif, pertes d'éléments fertilisants pour la parcelle). L'idéal est donc d'avoir un couvert présent dès la fin de l'été qui puisse réduire les pertes (effet « pièges à nitrates »), tout en restituant l'azote piégé pour la culture suivante (effet « engrais vert »).

Face à l'augmentation actuelle des exploitations biologiques spécialisées dans la production de grandes cultures, sans ateliers animaux, et sachant que les engrais organiques commerciaux sont de plus en plus coûteux et rares, la question du maintien de la fertilité des sols se pose. C'est pourquoi la recherche, en lien avec les agriculteurs, s'attache à l'étude de solutions alternatives, orientées vers une plus grande autonomie azotée du système. L'introduction de légumineuses

en intercultures, notamment semées sous couvert de céréales, fait partie des solutions actuellement développées.

### Choix de l'engrais vert : obtenir un couvert développé

Une des difficultés des légumineuses en intercultures est d'obtenir un couvert suffisamment développé. L'implantation doit se faire dans de bonnes conditions, pour garantir une levée rapide et une bonne couverture du sol. Elle se fait soit sous couvert de la culture précédente (trèfle violet, blanc...), soit après récolte de la culture précédente. Sous couvert de céréales, un semis à la volée suivi d'un passage de herse-étrille est conseillé au stade tallage-début montaison. L'agriculteur peut également choisir de laisser traîner les socs de son semoir à céréales pour déposer les graines dans un peu de terre fine.

En semis de printemps, on évitera les légumineuses à cycle trop rapide (trèfle d'Alexandrie, incarnat...), au risque qu'elles se développent

« L'introduction de légumineuses en intercultures, notamment semées sous couvert de céréales, fait partie des solutions actuellement développées. »

trop et gênent la récolte de la céréale dans laquelle elles sont implantées. Pour des semis réalisés en été après une céréale à paille, les trèfles à installation rapide peuvent donner des résultats corrects, mais ce sont les espèces à grosses graines qui semblent donner les résultats les plus satisfaisants (vesce, pois, féverole, lentille...). Au nord de la Loire, des semis avant le 15 août sont nécessaires pour obtenir un développement correct du couvert. Dans le sud de la France, les conditions estivales très sèches imposent de retarder le semis vers fin août ou septembre.

Le semis d'engrais verts en fin d'été réclame davantage d'attention. Après la récolte, la qualité du lit de semences est essentielle pour optimiser le taux de levée et la rapidité de mise en place du couvert. Pour des espèces à grosses graines (pois, vesce...), la recherche d'un **couvert homogène** repose sur des densités proches d'un semis en culture pure (150 kg/ha).



Cette fiche a été élaborée dans le cadre du RMT DévAB. Elle est issue d'un document composé de 30 fiches et d'un chapitre introductif définissant l'innovation en AB. Ce document est téléchargeable sur [www.devab.org](http://www.devab.org), rubrique Axe 1.



Rédacteurs : G. Salitot, Chambre d'agriculture 60 et L. Fontaine, ITAB.  
Relecteurs : J. Arino, Chambre d'agriculture 32 ; C. Aubert, Chambre d'agriculture 77 ; F. Celette, ISARA-Lyon ; B. Chareyron, Chambre d'agriculture 26 ; L. Fourrié, ITAB ; J.-L. Giteau, Chambre d'agriculture 22 ; J. Pousset, consultant.  
Travail coordonné par M. Gerber et L. Fontaine, ITAB ; C. Cresson, ACTA



du côté  
des  
CHERCHEURS

## Effet des engrais verts sur le rendement des céréales suivantes : quelques résultats en systèmes céréaliers AB

### Les résultats de la Drôme (2002-2005) : engrais verts entre blé et maïs

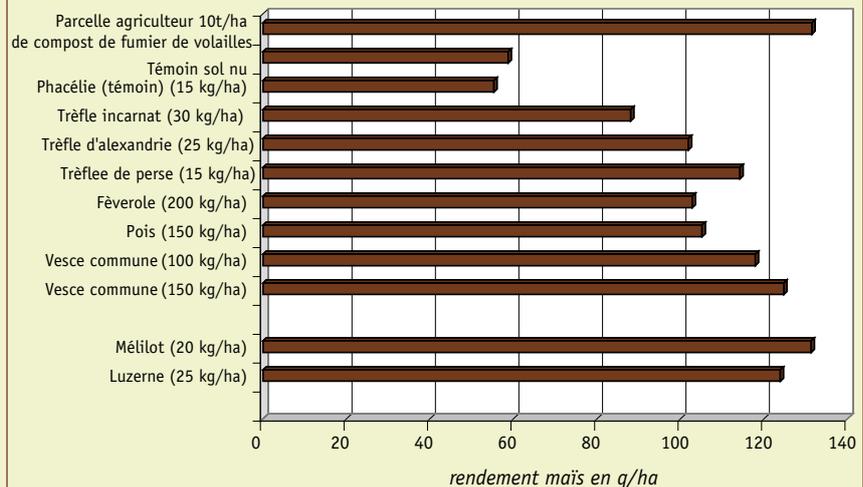
Patrice Morand, Chambre d'agriculture de la Drôme (CA 26).

L'étude a pour objectif de pallier un manque d'azote dans les systèmes céréaliers AB qui ne disposent pas ou peu de matières organiques. Les engrais verts sont insérés dans une rotation soja-blé-maïs (rotation courte répandue dans la Drôme). Nous avons testé une dizaine d'espèces de légumineuses fourragères et quatre dates de semis, mesuré la biomasse produite par les couverts et la quantité d'azote qu'ils contiennent dans les tiges et les racines. Nous avons complété toutes ces mesures par l'analyse des rendements de la culture de maïs suivante (cultivée sans aucun apport d'engrais et de matière organique) pour estimer la quantité d'azote minéralisée par les différents engrais verts. Tous les engrais verts ont été détruits en février, après 11 mois de présence, avant l'implantation du maïs. En toute logique, les couverts implantés tôt au printemps, sous couvert de céréales, avec un cycle de développement deux fois plus long, synthétisent à la fois plus de matière sèche et d'azote que les couverts implantés en fin d'été. Cette tendance se confirme avec l'analyse des rendements du maïs.

Le témoin sol nu, sans fertilisation ni engrais verts, a obtenu un rendement moyen de 59 q/ha. Toutes les parcelles de maïs cultivées après des engrais verts à base de légumineuses ont vu leur rendement augmenter entre 29 et 72 q/ha (cf. figure 1 ci-après). La phacélie, utilisée comme témoin pièges à nitrates, a eu un léger effet dépressif sur le rendement du maïs qui s'explique par des faibles reliquats d'azote post récolte.

Cette étude montre que les engrais verts sont capables de mobiliser des quantités d'azote très importantes, en l'espace de quelques mois. La restitution de l'azote à la culture suivante peut être évaluée entre 58 et 140 unités, suivant les espèces, si l'on considère qu'il faut 2 unités d'azote pour faire un quintal de maïs, soit une libération de l'ordre de 60 % de l'azote mobilisé. En effet, la vesce, la luzerne et le mélilot restituent autant d'azote que 10 tonnes par hectare de compost de fumier de volailles (soit entre 18 et 20 unités d'azote par tonne suivant les années).

Figure 1 : rendement du maïs après engrais verts - Synthèse CA 26 2002-2005



### Les résultats en Picardie (2007-2008)

Gilles Salitot, Chambre d'agriculture 60  
Des semis sous couvert de céréales font l'objet de suivis depuis le printemps 2006 en Picardie. Les premières références acquises concernent l'intérêt des légumineuses implantées en avril sous couvert de céréales d'hiver, en vue d'implanter une deuxième paille (interculture courte) ou avant une culture de printemps (interculture longue). Nous avons testé quatre légumineuses fourragères et deux périodes de semis. Nous avons mesuré la biomasse produite par les couverts, suivi les reliquats. Nous avons complété toutes ces mesures par l'analyse des rendements de la culture suivante pour estimer la quantité d'azote minéralisée par les différents engrais verts. Sur deux ans, les trèfles semés

en avril sous couvert de blé, ont produit entre 2,5 et 4,5 tonnes par hectare de Matière Sèche (MS) (estimation sur partie aérienne). Les vesces semées en fin d'été ont été un échec en raison des dates d'implantation trop tardives (fin août) et des automnes froids.

L'analyse des rendements comparés « semis après trèfle violet » ou « semis sur sol nu » montre un intérêt très net de la légumineuse, avec une augmentation de la production de l'ordre de 10 quintaux par hectare sur des intercultures courtes (triticale), de l'ordre de 25 quintaux par hectare pour des intercultures longues (maïs grain ou orge de printemps). Ces différences sont cohérentes et directement proportionnelles à la fourniture d'azote permise par le trèfle violet, de 30 à 50 unités.

### Comparaison après moisson sol nu/semis sous couvert de trèfle blanc





Mélange féverole-vesce à 3 mois de végétation

À noter que les repousses de protéagineux peuvent aussi être de très bons engrais verts.

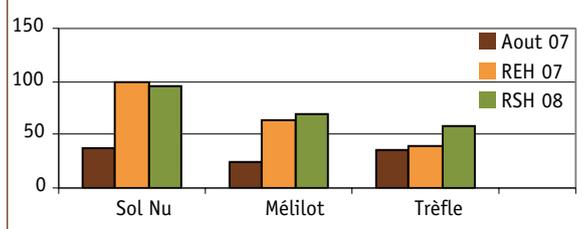
## Les différents rôles de la légumineuse en culture intermédiaire

### Réduire les pertes de nitrates par lixiviation

Des travaux expérimentaux conduits en Champagne-Ardenne font état de l'aptitude des légumineuses, en plus de leur particularité de **piéger l'azote** de l'air par symbiose, à piéger l'azote minéral présent dans le sol, bien qu'au détriment du fonctionnement symbiotique racinaire.

En Picardie, des mesures confirment le rôle piège à nitrates des légumineuses implantées au printemps (cf. figure 2 ci-après). Sur sol nu, les reliquats azotés évoluent de 40 unités en post-récolte à 100 unités à l'entrée de l'hiver. En présence d'un couvert (trèfle violet ou mélilot), le niveau des reliquats entrée hiver est significativement plus faible.

Figure 2 : Reliquats azotés Chauny (02) 2007/2008 Interculture blé - pomme de terre



Il est possible de rapprocher ces résultats de ceux publiés par ARVALIS-Institut du Végétal. L'Institut technique confirme l'effet des légumineuses semées en période estivale sur la réduction du reliquat en début drainage. Le semis sous couvert au printemps présente, dans la partie Nord de la France, la garantie d'un couvert suffisamment bien implanté pour assurer la fonction de **piège à nitrates**.

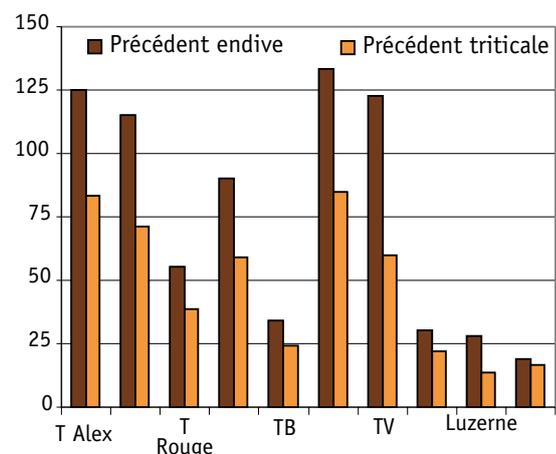
Les résultats de la Chambre d'agriculture du Nord (cf. figure 3 ci-après) montrent que ce sont les espèces à installation rapide qui fixent le plus d'azote: espèces annuelles (trèfles d'Alexandrie, de Perse ou incarnat; minette), espèces pérennes à développement rapide (trèfles violet ou hybride).

### Restituer l'azote à la culture suivante

Si certaines espèces de plantes, comme les crucifères, sont recherchées pour leur aptitude à piéger l'azote

Figure 3. Azote absorbé par des couverts installés en avril sous avoine.

Unités d'azote contenues dans les parties aériennes en fonction du précédent



Source: CA 59.

du sol et leur rapidité de couverture du sol, d'autres espèces, comme les légumineuses, seront privilégiées si l'objectif est en particulier de fournir de l'azote à la culture suivante, ce qui est le cas en AB. On parlera d'ailleurs plus facilement d'engrais vert, puisqu'il fait référence à la notion de fertilisation ou d'amendement du sol (plutôt que de culture intermédiaire, culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN), culture dérobée, couvert végétal...).

du côté des PRODUCTEURS

## Semis sous couvert: témoignage d'un agriculteur de l'Oise

Installé depuis 15 ans sur l'exploitation familiale, Thomas Coevoet cultive 150 ha de terres labourables orientés principalement vers les cultures céréalières et les protéagineux. Il élève aussi 4 500 poules pondeuses. Il a commencé sa conversion à l'AB en 1998; aujourd'hui toutes ses activités respectent ce cahier des charges.

Pour gérer la fertilisation azotée de ses cultures céréalières AB, il a tout d'abord recherché des céréales peu ou pas trop exigeantes en azote; il a ainsi développé la culture d'épeautre. Il a également introduit dans son assolement des protéagineux tels que le pois et la féverole. Thomas procède à des échanges de paille et de fumier avec des éleveurs voisins. Afin de garder un potentiel suffisant, il achète également des engrais organiques tels que la vinasse pour fertiliser 70 hectares.

Le coût des vinasses, leur rarefaction et la difficulté d'épandre les engrais organiques au moment le plus propice l'ont conduit à essayer la culture d'engrais verts, tels que les trèfles, en implantation sous couvert au printemps. Un autre élément de motivation est l'occupation du couvert très rapidement après la moisson. Il limite considérablement la levée des mauvaises herbes et leur développement.

L'objectif technique a été atteint, Thomas a pu observer une meilleure structure de sol, un rendement supérieur là où l'engrais vert était développé. Il continue à expérimenter d'autres espèces et d'autres techniques d'implantation. «Je suis fermement convaincu que l'occupation permanente des sols va limiter le développement des adventices et augmenter la fertilité des sols.»

À la mort du couvert ou dans les mois qui suivent, des quantités d'azote plus ou moins fortes sont potentiellement disponibles pour la culture en place. Quelques ordres de grandeur : les références collectées par ARVALIS-Institut du végétal dans un réseau d'essai (légumineuse la plus présente : trèfle incarnat bien développé) tournent autour de 40 kg/ha de fourniture d'azote. D'autres références (Ctifl, Chambre d'Agriculture de la Drôme...) laissent penser que les restitutions peuvent être bien plus importantes, entre 60 et 100 unités d'azote/ha. Quoi qu'il en soit, les quantités d'azote disponibles pour la culture suivante sont variables suivant l'espèce, la date et la densité d'implantation, le contexte climatique...

### Limiter le développement des adventices

L'engrais vert, en apportant un couvert végétal pendant une période plus ou moins longue, participe à la maîtrise des adventices sur la parcelle. Il empêche leur germination ou les étouffe ; certains peuvent aussi avoir une action allélopathique. Les photos prises dans l'essai de la Chambre d'agriculture de l'Oise (CA 60) en 2008 (cf. photos ① et ② ci-après) illustrent avec une nette différence visuelle de développement de rumex : l'hypothèse faite est que l'absence de travail superficiel en fin d'été conjuguée à l'occupation du sol n'a pas permis la levée d'une grande partie des rumex.

La gestion des engrais verts en AB vis-à-vis de la gestion des adventices reste complexe. Ils décalent dans le temps les périodes de travail du sol ou de désherbage mécanique, réduisant les fenêtres d'intervention. Suivant le niveau d'enherbement de la parcelle, des choix sont à faire entre couvert végétal à l'interculture ou déchaumages. En cas de pression de vivaces importante, les actions mécaniques sont à privilégier.

Ces difficultés peuvent également se présenter en cas d'été pluvieux lorsque les légumineuses poursuivent leur croissance dans des céréales à l'approche de la maturité. En région nord, ce risque concerne principalement la luzerne ou le trèfle violet. Pour ces deux couverts, il faut se montrer également prudent lorsque les plantes fleurissent et produisent des graines que l'on retrouvera les années suivantes (repousses) et qui peuvent concurrencer les cultures en place.

L'impact sur le développement possible des limaces est également à considérer.

### Lutter contre l'érosion et restructurer le sol

Pour lutter contre l'érosion, l'engrais vert doit rester en place le plus longtemps possible. Idéalement, on maintient la végétation jusqu'en décembre, avec une destruction dans la limite des dates de labour. Les couverts de légumineuses laissent un réseau racinaire pouvant, selon l'espèce, être améliorant de l'état structural après moisson (système pivotant du mélilot par exemple) ou avec une incidence plus limitée (racines du trèfle par exemple) ; l'action des racines améliore la porosité du sol. Après labour, nous observons, dans les limons les plus fragiles, un intérêt évident de la légumineuse en culture intermédiaire sur l'état structural du lit de semences et la qualité des levées en conséquence.

Par ailleurs, l'enfouissement des engrais verts fournit de la matière organique fraîche au sol, qui stimule l'activité microbienne (cf. photo ③ ci-après).



Comparaison sol nu ①/② trèfle violet en interculture : impact sur la culture d'orge suivante (développement de rumex)

## Destruction des engrais verts et précautions pour les cultures suivantes

Pour profiter au mieux de l'effet engrais vert des légumineuses, il convient de les détruire idéalement le plus tard possible, tout en veillant à laisser suffisamment de temps pour la décomposition du couvert (de 2-3 semaines à 2 mois). Selon les régions et les types de sol, il pourra s'agir d'une destruction au début ou au milieu de l'hiver, bien après la date habituelle de destruction des moutardes. L'incorporation d'une biomasse importante par la charrue est souvent préférable par rapport à la gestion des repousses éventuelles. Cette incorporation peut se faire en ayant broyé au préalable le couvert (en prenant garde, pour certains couverts tels que le mélilot, aux difficultés importantes de gestion des repousses dans des céréales de printemps non sarclées!).



### Pour en savoir +

- Thiebeau P., (2001). En absorbant l'azote minéral du sol, la luzerne permet de réduire les fuites de nitrates. Réussir Lait/Élevage, 134, 121-122.
- Morand P., (2005). Intérêt agronomique et économique d'un engrais vert avant maïs - Chambre d'agriculture de la Drôme - document interne et TCS N° 33.
- Arino J., (2007). Tests d'engrais verts en agriculture biologique, rappel des résultats en 2002 - 2003 et 2005, Chambre d'agriculture du Gers.
- Le Souder C., Labreuche J., (2007). Planter une légumineuse à l'interculture, Perspectives Agricoles N° 333.
- Lecat A., (2008). Visite d'essai engrais verts - Collection de 13 légumineuses - Ferme de François Théry - le 15/10/2008, Chambre d'agriculture du Nord Pas de Calais.
- Salitot G., Menu P., (2008). Agriculture biologique, compte rendu des essais réalisés par les Chambres d'agriculture de Picardie - Récolte 2007 et 2008
- Justes E., Bedoussac L., Prieur L., (2009). Est-il possible d'améliorer le rendement et la teneur en protéines du blé en Agriculture Biologique au moyen de cultures intermédiaires ou de cultures associées? Innovations Agronomiques 4, 165-176
- Labreuche J., (2009). Engrais verts : atouts et contraintes en grandes cultures biologiques, Actes de la Journée Technique ITAB-Arvalis du 23 mars 2009, en ligne sur [www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr)

Documents DévAB en lien

- Axe 1 - Agronomie - Fiche n°2 : Cultiver des associations en AB
- Axe 1 - Production - Fiche n°3 : Grandes cultures biologiques
- Axe 2 - Document AB et environnement, Chapitre Fertilité et services environnementaux des sols