

## Choix et intérêt des engrais verts en grandes cultures biologiques

### Préambule

Ce document a été réalisé à partir de l'observation et de l'analyse de cas concrets, de suivis d'expérimentation et/ou via un travail de recherche bibliographique. Il a été construit avec la collaboration de techniciens des chambres d'agriculture et de divers partenaires, en fonction des besoins et du contexte. Il a fait l'objet d'une validation par des techniciens spécialisés et/ou des agriculteurs pour constituer un outil d'aide à la décision le plus fiable possible. Il doit cependant être considéré avec précautions, car la réalité qu'il décrit ne peut s'appliquer à toutes les exploitations agricoles existantes: une mise en perspective du document avec le contexte dans lequel il est utilisé est indispensable. Ce document n'est pas figé, il est amené à évoluer au fur et à mesure de l'évolution des connaissances : n'hésitez pas à faire remonter aux auteurs vos éventuelles remarques.



Luzerne semée sous couvert de blé



Vesce pourpre semée en interculture



Le couvert végétal (repousses ou espèces implantées) présent pendant l'interculture a sa place en agriculture biologique en tant qu'outil agronomique pour gérer la fertilité des sols, mais également pour lutter contre les adventices ou encore les bioagresseurs (maladies, ravageurs). Il peut avoir plusieurs appellations selon les objectifs qu'on lui donne. Il s'appelle CIPAN (culture intermédiaire piège à nitrates) s'il a la fonction d'éviter le lessivage des nitrates, engrais vert quand il permet d'enrichir le sol en azote (légumineuses) et culture dérobée si il a un objectif de production (fourrage ou graines).

Dans les systèmes céréaliers bio, l'attention se porte principalement sur la fonction « engrais vert » des légumineuses, et l'enjeu est double :

- palier au manque de disponibilité en azote pour les cultures ;
- limiter l'achat d'engrais organiques, souvent coûteux et pas toujours rentables.

Cependant la réussite d'un engrais vert n'est pas simple et des effets dépressifs sur la culture suivante peuvent être observés, notamment si la destruction n'intervient pas au bon moment ou si elle n'est pas optimale (repousses dans la culture). Elle passe par plusieurs étapes, de l'implantation à la destruction, mais elle débute avant tout par un choix judicieux d'espèces, adapté au contexte pédoclimatique, aux objectifs de l'agriculteur et au système d'exploitation.

### Le choix du couvert

Le choix du couvert végétal repose tout d'abord sur la rotation dans laquelle il s'intègre, des dates de semis possibles, de la durée de l'interculture et du type de sol. Les principes agronomiques de la rotation (alternance de plantes aux caractéristiques contrastées) s'appliquent aux espèces d'interculture comme aux autres cultures qui la composent. La date de semis varie en fonction de la pluviométrie et du climat.

Ensuite, le type de culture intermédiaire à planter se raisonne en fonction de 2 critères :

- Le reliquat d'azote dans le sol après la moisson : celui-ci dépend à la fois de l'espèce cultivée (fort reliquat potentiel si culture de légumineuse par exemple) et des pratiques de fertilisation de la culture précédente.
- les besoins en azote de la culture suivante.

La logique est donc de savoir si l'on cherche plutôt à enrichir le sol en azote (effet engrais vert des légumineuses) ou à piéger le reliquat d'azote du sol (effet CIPAN des crucifères par exemple).

Le tableau suivant résume les situations générales et les principales espèces utilisées :

		Niveau d'exigence en azote de la culture suivante			
		Elevé (ex : maïs)	Moyen (ex : céréales)	Faible (ex : tournesol)	Très faible à nul (ex : légumineuses)
Reliquat azoté post récolte	Fort reliquat	Crucifères (si destruction précoce) Phacélie, Céréales	Crucifères Phacélie	Phacélie Céréales	Crucifères Phacélie Céréales
	Reliquat moyen	Association céréale ou crucifère + légumineuse ex : vesce/avoine, radis/pois	Association crucifère + légumineuse ex : colza/vesce, radis/pois	Association céréale + légumineuse ex : vesce/avoine, triticale/pois	
	Reliquat faible	Légumineuse pure ex : vesce, trèfle, gesse, féverole, luzerne ...			



Effet CIPAN recherché



Effet mixte recherché



Effet Engrais Vert recherché

### L'implantation

La période d'implantation d'un engrais vert se raisonne principalement en fonction de l'espèce, de la disponibilité en eau, du salissement de la parcelle et de la succession culturale. Notre climat, caractérisé par des étés chauds et secs, ne permet pas d'envisager un semis post-récolte ; deux possibilités restent alors envisageables :

**1. Un semis au printemps**, sous couvert d'une céréale ou en même temps que la culture principale (luzerne et tournesol par exemple) : cette technique présente l'avantage d'allonger le cycle de croissance de l'engrais vert et autorise ainsi la pratique des engrais verts même dans le cas d'une interculture courte (entre 2 céréales par exemple). Par contre, cette technique n'est pas adaptée aux espèces à croissance rapide (qui risquent de concurrencer la culture), ni aux parcelles sales, car elle ne permet pas d'avoir recours au déchaumage mécanique pendant l'interculture.

**2. Un semis en fin d'été**, fin août-début septembre : technique intéressante car elle laisse la possibilité de gérer les adventices par des déchaumages en interculture ; par contre, elle nécessite une interculture longue (succession céréale-culture de printemps par exemple). Elle est également adaptée aux espèces sensibles au stress hydrique (trèfle ou féverole par exemple).

La technique de semis quant à elle est variable ; elle se réfléchit par exemple en fonction du matériel disponible et de la période d'implantation, mais surtout en fonction de la taille des graines :

- pour les petites graines (luzerne ou trèfle par exemple), préférer un semis au semoir à céréale, afin d'obtenir une bonne régularité et une profondeur de semis homogène ;
- pour les grosses graines (vesce ou gesse par exemple), un semis à la volée suivi d'un passage d'outil mécanique donne de bons résultats (par exemple : semis d'une vesce sous couvert de blé à la volée avant le dernier passage de herse étrille).

### A noter

Pour des informations plus précises espèce par espèce sur toutes ces techniques :

[http://www.itab.asso.fr/downloads/Fiches-techniques\\_culture/cahier-engrais-verts.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/Fiches-techniques_culture/cahier-engrais-verts.pdf)

[http://www.itab.asso.fr/downloads/Fiches-techniques\\_culture/fiches-especes\\_engrais-verts\\_v2013.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/Fiches-techniques_culture/fiches-especes_engrais-verts_v2013.pdf)

### La destruction

Dernière étape primordiale dans la réussite d'un couvert, sa destruction doit être optimale, afin d'éviter d'éventuels effets pénalisants :

- phénomène de « faim d'azote » lié à une décomposition tardive des couverts limitant les disponibilités en azote pour la culture,
- repousses dans la culture suivante.

La période de destruction doit faire coïncider au maximum la période de forte minéralisation avec la période d'absorption de la culture suivante :

- sur une culture de printemps, le couvert doit être détruit au moins deux mois avant le semis, pour que la minéralisation ait débutée au moment du semis ;
- sur une culture d'automne, il est possible de détruire le couvert juste avant le semis avec un risque moindre d'effet dépressif car les besoins en azote seront plus faibles sur la période d'automne et d'hiver et la minéralisation interviendra au bon stade (montaison de la céréale).

Les techniques de destruction sont variées : labour, broyage, déchaumage, gel, roulage, ou combinaison de plusieurs d'entre elles (roulage avant le gel par exemple).

## Intérêt des engrais verts à base de légumineuses avant culture de maïs en agriculture biologique

Les résultats présentés ci-dessous sont issus de 4 cycles d'expérimentations réalisées de 2001 à 2005 par la Chambre d'agriculture de la Drôme.

### Finalité et objectif de l'essai

La finalité de cette étude est de palier au manque d'azote sur les exploitations céréalières bio. Plutôt que d'avoir recours aux engrais organiques pour des cultures exigeantes en azote comme le maïs, il apparaît plus intéressant de profiter de l'azote atmosphérique (source naturelle et inépuisable) pouvant être mobilisée par les légumineuses.

L'objectif de l'expérimentation était double :

- identifier les meilleures espèces de légumineuses en terme de restitution en azote pour la culture de maïs implantée ensuite ;
- mesurer l'intérêt économique de ces engrais verts.

Au total, une dizaine d'espèces de légumineuses ont pu être testées, dont l'effet sur le rendement du maïs a été comparé à 3 témoins :

- Un témoin sol nu, sans culture intermédiaire et sans fertilisation du maïs,
- Un témoin sol nu, sans culture intermédiaire mais avec un apport de 10 t/ha de compost de fumier de volaille sur le maïs,
- Un témoin culture intermédiaire non légumineuse (phacélie), sans fertilisation sur le maïs.

### Conduite de l'essai

Les engrais verts sont insérés entre le blé et le maïs dans une rotation soja – blé – maïs, en situation de sol profond et avec irrigation.

Selon le développement végétatif des différentes espèces, ils sont implantés soit sous couvert du blé au mois d'avril, soit pendant l'interculture en fin d'été. La densité de semis est assez forte, dans le but d'obtenir un couvert dense, fortement concurrentiel vis à vis des adventices, mais également pour avoir une fixation azotée optimale.

Leur destruction a lieu en février par un broyage, 3 semaines avant le labour réalisé début mars. Le semis du maïs se fait fin avril, début mai ; il ne reçoit aucune fertilisation, pour ne prendre en compte que l'effet azote de l'engrais vert.

### Périodes et techniques d'implantation

Au départ de l'essai, 4 dates d'implantation avaient été envisagées. Deux d'entre elles, le semis juste avant moisson et le semis juste après moisson, ont été abandonnées car les résultats n'étaient pas satisfaisants : levée très aléatoire (conditions sèches) et impossibilité de maîtriser le salissement.

### Semis sous couvert du blé au printemps :

L'objectif de ce semis est d'implanter les engrais verts dans des conditions de germination favorables sans pénaliser le rendement du blé. Le couvert doit juste

se maintenir sous le blé sans le concurrencer, et se développer à partir de la maturité du blé.

Le semis est réalisé fin mars début avril à la reprise de végétation. Le choix des espèces pour ce type de semis doit privilégier des plantes à croissance lente, au risque de voir le couvert prendre le dessus sur le blé.

Ce semis peut-être réalisé à la volée suivi d'un passage de herse étrille, ou directement avec un semoir à céréales pour avoir un semis plus régulier et réduire la densité de semis. Pour cette deuxième technique, il est impératif que la parcelle soit propre : réaliser au besoin un dernier passage de herse étrille juste avant le semis. Si le résultat n'est pas concluant, privilégier un semis d'automne.

### Semis de fin d'été :

L'objectif de cette modalité est de semer dans des conditions de levée optimale :

- parcelle propre suite au déchaumage ;
- conditions climatiques favorables avec le retour des orages fin août.

C'est une alternative au semis sous couvert dans le cas où l'enherbement du blé n'est pas maîtrisé. Contrairement au semis sous couvert, il faut ici privilégier des espèces à croissance très rapide.

Dans l'essai ce semis est réalisé à la volée, suivi d'un passage de vibroculteur plus ou moins profond, selon la grosseur de la graine. Cette technique est bien appropriée pour les grosses graines comme la vesce, le pois et la féverole. Par contre pour les trèfles elle ne permet pas d'avoir une bonne régularité de semis (profondeur et répartition), et il serait préférable d'avoir recours à un combiné herse rotative-semoir.

Dans notre région il n'est pas nécessaire de rouler après semis, car à cette période de l'année, les orages sont fréquents et assez violents. Ils retasseront naturellement le sol.

### Mesures réalisées

La productivité des engrais verts est mesurée par des prélèvements plante entière en entrée d'hiver, soit 7 mois après le semis sous couvert et 3 mois après le semis de fin d'été.

Les mesures réalisées sont à prendre avec réserves car :

- seulement une partie des racines est prise en compte,
- les mesures sont réalisées avant l'hiver pour prendre en compte le maximum de feuilles mais certains couverts peuvent continuer à produire de l'azote avant leur destruction en février,
- les quantités d'azote stockées dans les couverts sont importantes, mais leur vitesse de minéralisation est inconnue.

C'est pourquoi nous sommes allés jusqu'à la mesure du rendement de la culture suivante (maïs) pour échapper à toutes ces imprécisions.

### Résultats

#### Périodes et techniques d'implantation

Après 4 années d'essais, la luzerne et le mélilot ont montré plus de facilité à germer en conditions sèches que les trèfles violet et hybride qui n'ont réussi à pousser qu'une année sur deux.

#### Semis sous couvert du blé au printemps :

Grâce à un cycle plus long, le semis sous couvert au printemps permet aux plantes d'installer un système racinaire 2 à 4 fois plus dense qu'en semis de fin d'été. Ce qui leur permet également de produire plus d'azote. La production des engrais verts sous couvert est inversement proportionnelle au pouvoir d'étouffement du blé : cette technique apparaît très intéressante pour du blé bio avec un objectif de rendement à 50 q/ha, plus clair et qui laisse passer la lumière, elle le serait sûrement moins pour du blé conventionnel à plus de 80 q/ha.

C'est le mélilot qui produit le plus de biomasse et d'azote, et c'est également lui qui permet d'obtenir le meilleur rendement en maïs. Sa production racinaire est énorme compte tenu de la taille de son pivot qui ressemble à une carotte. C'est également la seule espèce qui produit suffisamment d'azote pour rivaliser avec la pratique agriculteur qui apporte 10 T/ha de compost de fumier de volaille soit environ 200 unités d'azote.

#### Semis de fin d'été :

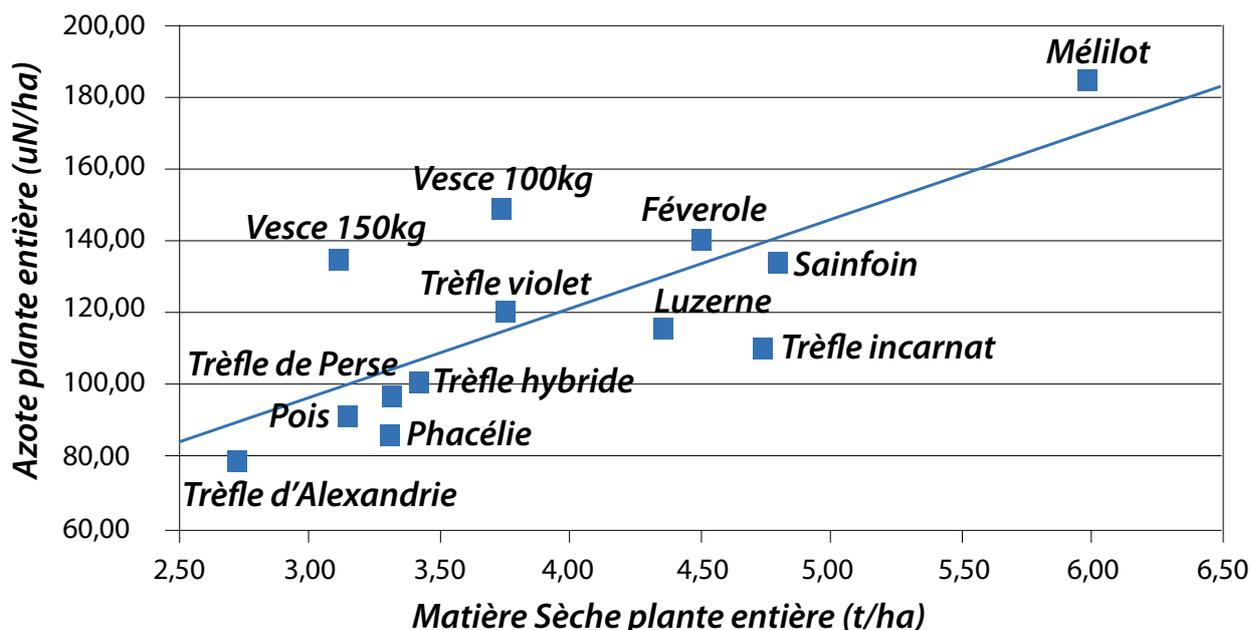
Pour cette technique, le choix s'est porté sur des espèces à croissance rapide pour obtenir un maximum de biomasse et d'azote sur seulement 3 mois de culture. L'objectif est atteint puisque toutes les espèces ont produit entre 3 et 6 T/ha de biomasse et entre 60 et 130 kg d'N/ha.

Le trèfle d'Alexandrie et dans une moindre mesure le pois sont un peu décevants. Les autres espèces permettent des gains de rendements en maïs supérieur à 40 q/ha.

La phacélie, utilisée comme piège à nitrate, montre un léger effet dépressif sur le maïs par rapport au témoin (perte de 4,4 q), pouvant s'expliquer par la re-mobilisation de l'azote minéral en azote organique.

Aucune des espèces cultivées ne permet de rivaliser avec la pratique agriculteur.

#### Biomasse et azote



### Production de biomasse

En semis sous couvert au printemps, le mélilot est capable de produire jusqu'à 6 t/ha de MS (matière sèche) ce qui en fait l'espèce la plus productive. C'est en effet la plante qui résiste le mieux à la sécheresse et qui est bien adaptée au sol calcaire de la région.

En semis de fin d'été la production de biomasse est en moyenne inférieure de 30 à 40 % par rapport au semis sous couvert, mais reste cependant très intéressante notamment pour le trèfle incarnat et la féverole avec plus de 4,5 t/ha de MS.

Le mélilot est la seule espèce de l'essai à produire plus de biomasse par ses racines que par ses feuilles compte tenu de son énorme pivot (taille d'une petite carotte).

### Mobilisation de l'azote

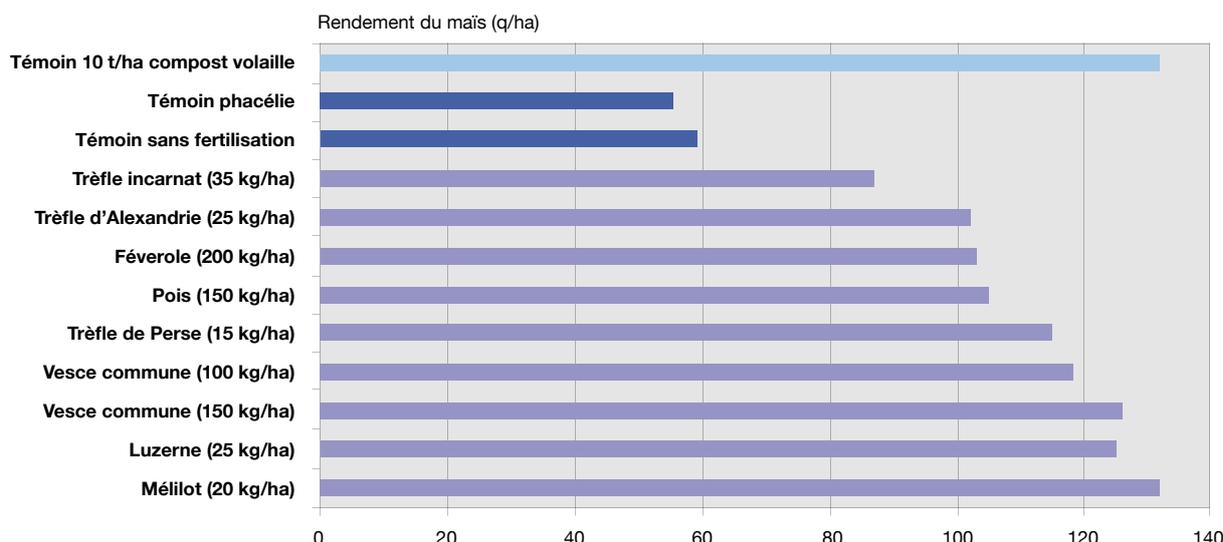
La quantité d'azote synthétisée par les légumineuses est étroitement liée à la biomasse produite. C'est ainsi que le mélilot et la féverole produisent le maximum de biomasse et aussi le maximum d'azote (180 kg N/ha pour le mélilot). Le trèfle incarnat fait exception à cette règle car il développe une forte biomasse mais il produit très peu d'azote. C'est l'espèce qui contient le moins d'azote par tonne de MS (23kg d'N/t de MS).

A l'opposé, la vesce produit un peu moins de biomasse mais elle est plus concentrée en azote avec 43 kg d'N/t de MS soit presque le double que le trèfle incarnat.

### Rapport azote/biomasse

Ce ratio peut permettre à un agriculteur de quantifier les quantités d'azote mobilisées par les engrais verts, sans avoir recours à un laboratoire d'analyse agricole.

### Rendement du maïs



**La luzerne et le mélilot**, implantés sous couvert du blé au printemps, donnent les meilleurs résultats et amènent des gains de rendement de plus de 65 q/ha en moyenne sur les 2 dernières années, ce qui leur permet de rivaliser avec la technique agriculteur. Concrètement on peut dire que la luzerne et le mélilot restituent autant d'azote au maïs que 10 t/ha de compost de fumier de volailles.

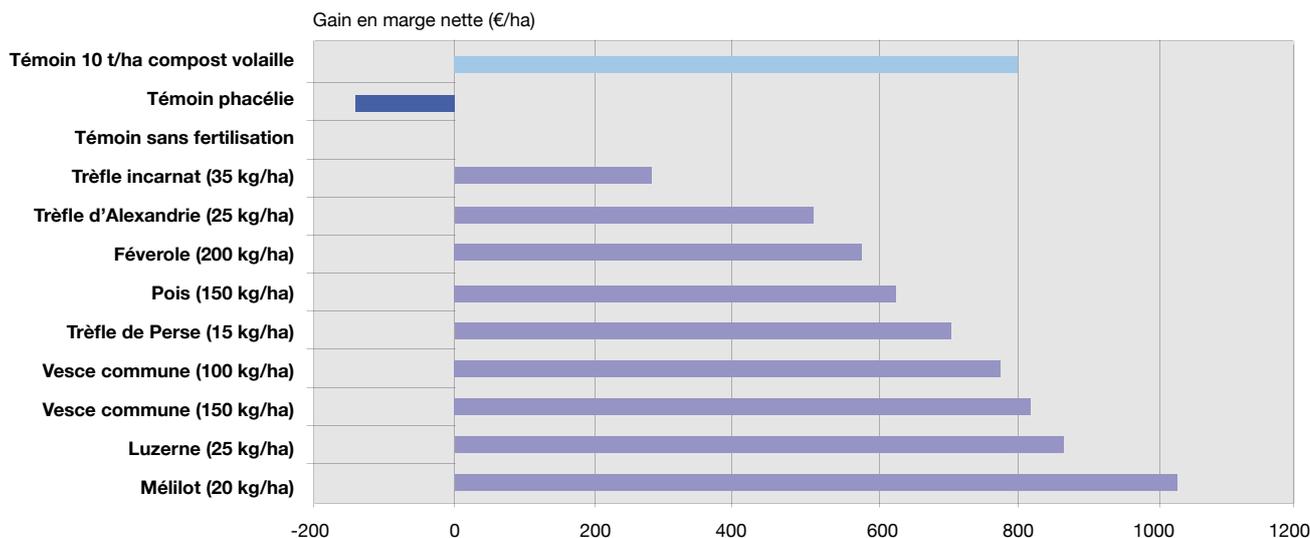
Si on considère qu'il faut 2 unités d'azote pour faire un quintal de maïs, la luzerne et le mélilot ont libéré environ 140 uN pendant la première année de minéralisation. Des études ont montré que le taux de minéralisation d'un engrais vert la 1<sup>ère</sup> année se situe autour de 40 % maximum en conditions optimales de minéralisation. On peut donc estimer que ces 2 couverts peuvent mobiliser jusqu'à 300 unités d'azote sur un cycle moyen (10 mois).

En semis de fin d'été, seule **la vesce** est capable de rivaliser avec la conduite agriculteur au niveau des rendements.

**Le trèfle incarnat, le trèfle d'Alexandrie, la féverole et le pois** sont moins intéressants.

**La phacélie et la moutarde** sont utilisées comme témoin pièges à nitrates. Sur 4 ans, elles n'ont aucun impact sur le rendement du maïs comparé au témoin sol nu. On peut donc estimer que les **pertes d'azote hivernales** sont faibles, d'une part parce qu'il y a peu de reliquat d'azote derrière un blé qui ne reçoit que 80 uN avec de la vinasse de betterave, et d'autre part parce que l'on se trouve sur des parcelles profondes. Il y a donc peu de risque de pollution des nappes par les nitrates en cultivant des légumineuses comme engrais verts dans ces conditions, d'autant plus que les légumineuses, avant de capter l'azote atmosphérique, vont prélever en priorité l'azote du sol à leur implantation.

### Analyse économique



L'analyse des coûts de production est très intéressante, car elle permet de comparer une pratique agricole avec une nouvelle approche de fertilisation. Dans ce cas, ce ne sont pas forcément les espèces qui procurent des gains de rendement élevés en maïs qui sont les plus intéressantes économiquement.

Il est bien entendu que cette analyse économique a ses limites, car elle ne prend pas en compte les temps de travaux (faible en semis sans couvert, un peu plus élevé en semis de fin été, et très élevé avec le compost), les bienfaits agronomiques des engrais verts (structure du sol, mobilisation d'éléments minéraux, stimulation de l'activité biologique,...) ou encore les éléments minéraux autres que l'azote, apportés par le compost. De même, un agriculteur qui produit lui-même du fumier sur sa ferme, en quantité suffisante, n'aura pas recours aux engrais verts légumineuses, mais plutôt aux espèces pièges à nitrates.

Cette étude fait ressortir qu'en moyenne **pour les semis sous couvert de blé au printemps** :

1. Le mélilot permet de dégager 300 €/ha de marge supplémentaire par rapport à la pratique agriculteur et la luzerne presque 150 €/ha.
2. Ce gain de productivité n'est pas lié à une différence de rendement entre les 2 pratiques mais à une économie sur les charges opérationnelles et de mécanisation.

**Pour les semis de fin d'été**, la vesce et le trèfle de Perse ont sensiblement la même rentabilité que la conduite agriculteur avec un léger avantage pour la vesce malgré un coût de semences élevé.

### Conclusion

De nos jours, l'intérêt agronomique des engrais verts n'est plus à démontrer. Par contre, en matière de rentabilité économique, nous ne disposons que de peu d'informations. Cette étude pluriannuelle n'a pas la prétention d'être exhaustive en la matière. Elle n'a pas pour but d'apporter de réponses scientifiques sur l'effet des engrais verts ou sur leur cinétique de minéralisation, mais uniquement d'orienter les agriculteurs dans leur choix, afin d'optimiser leurs pratiques culturales et la rentabilité économique de leur système.

Cette étude nous amène deux enseignements très importants :

1. Les engrais verts ne sont pas uniquement un investissement sur le très long terme : les effets positifs sur la culture suivante sont indéniables ;
2. Certaines espèces de légumineuses sont capables d'égaliser une pratique de fertilisation « classique » en terme de rendement du maïs, voire de la dépasser en terme de gain en marge nette.

Ces résultats sont valables dans notre contexte climatique (chaud et sec) et agronomique (parcelle profonde avec irrigation). Il est impossible aujourd'hui de spéculer sur le fait que ces résultats sont extrapolables dans d'autres situations, s'ils ne sont pas relayés dans d'autres régions par des expérimentations ou échanges d'expérience entre agriculteurs.

Aujourd'hui, un agriculteur bio ne disposant pas de matière organique peut quand même envisager de produire du maïs sans avoir recours à des engrais azotés du commerce. Cela ne veut pas dire qu'il faut se passer définitivement des fumiers notamment pour la gestion de la fumure phospho-potassique qui doit se raisonner à l'échelle de la rotation, et de l'entretien humique des sols.

## Choix et intérêt des engrais verts en grandes cultures biologiques

2013

### Contact

**Jean Champion,**  
Référent technique régional grandes cultures bio,

Chambre d'agriculture de la Drôme  
Tél. 04 75 57 50 00 ou 06 09 15 21 98  
[jchampion@drome.chambagri.fr](mailto:jchampion@drome.chambagri.fr)