



Avec le soutien financier de :



Fiche technique



• Les BIOS du Gers •
Le Groupement des Agriculteurs
Biologiques et Biodynamiques

Autonomie en grandes cultures bios vis-à-vis de la fertilisation azotée

Résultats d'essais, données agronomiques et pratiques gersoises

Notre réseau FNAB encourage et travaille pour des fermes bios cohérentes, durables et autonomes, ce qui nous a donc amené à nous questionner notamment sur la fertilisation organique des cultures bios.

Apport d'engrais organique : un intérêt ?

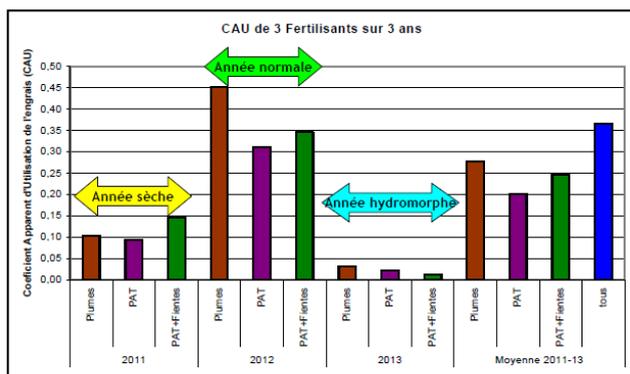
Dans les systèmes de grandes cultures bios sans élevage, la majorité des agriculteurs concernés utilisent des engrais organiques du commerce, souvent chers et dont l'efficacité est très dépendante de l'année climatique. Le CREAB Midi-Pyrénées l'a démontré via une expérimentation sur le blé durant 3 campagnes à la pluviométrie contrastée (voir graphique ci-dessous). En année favorable, le coefficient d'utilisation de l'engrais ne dépasse pas 45 %. En année hydromorphe, il est quasiment nul, quel que soit le produit utilisé. Le CREAB a réalisé également des calculs de marges sur 5 années (voir second graphique ci-dessous). Leurs conclusions sont les suivantes : les gains économiques sont très variables. En pluriannuel, pas de différence observée avec le témoin sans fertilisant.

C.R.E.A.B Midi-Pyrénées



C.R.E.A.B Midi-Pyrénées

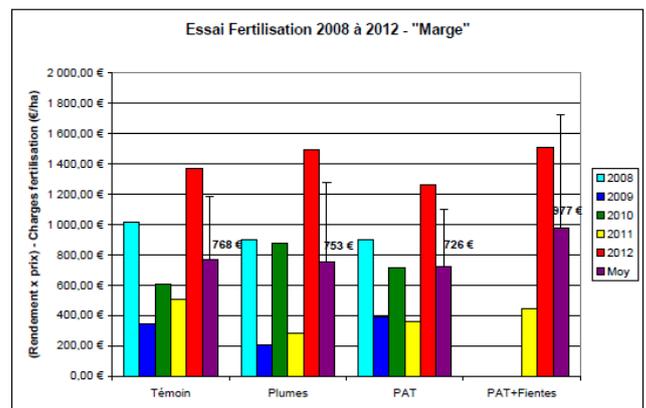
Essai fertilisation organique : 2- Variation annuelle importante de l'efficacité



Efficacité variant de 1 à 4 selon la climatologie de l'année

Légende : PAT : Protéines Animales Transformées

La fertilisation organique : Résultats d'essai



Le réseau des chambres d'agriculture a réalisé une synthèse nationale d'essais de fertilisation sur du blé bio conduits pendant 9 ans. Les résultats sont donc consolidés. Dans la moitié des cas, le gain de rendement lié à la fertilisation organique n'est pas significatif. En allant jusqu'à la marge brute, 40 % des apports entraînent une perte de marge brute.

Outre le climat de l'année, d'autres facteurs jouent sur l'efficacité de l'engrais organique :

- le reliquat d'azote du sol et la matière organique : plus ils sont importants, moins l'apport d'engrais sera efficace
- différents facteurs limitants : l'enherbement, le travail du sol, le peuplement

L'effet du précédent sur le rendement du blé est beaucoup plus marqué que l'effet de la fertilisation organique. Les meilleurs rendements sont obtenus avec des précédents légumineuses (luzerne ou légumineuse annuelle), loin devant les autres précédents, que le blé ait été fertilisé ou non (source : données du réseau de fermes de référence grandes cultures bio Ile de France de la chambre régionale d'agriculture, moyennes sur 10 ans)

Les légumineuses : base de la fertilité en azote !

Pour diminuer les apports de fertilisants organiques azotés voire pour une autonomie complète en azote, les légumineuses (appelées également fabacées) ont une place très importante, puisqu'elles sont capables, via la symbiose bactérienne, de se fournir en azote directement dans le compartiment air. Il y a plusieurs types de légumineuses et plusieurs moyens de les introduire dans le système :

* **Les légumineuses fourragères**, souvent pluriannuelles (luzerne, trèfles...). Chez les céréaliers, elles sont souvent utilisées pour leur « service de nettoyage ». Elles vont permettre de lutter contre les adventices, et notamment le chardon via des fauches, de diminuer le stock d'adventices, etc... Elles sont valorisées quand un débouché existe avec un ou plusieurs éleveurs voisins ou restituées au sol pour une valorisation dans la rotation.

* **Les légumineuses à graines** (soja, lentilles, pois chiche, féverole, pois protéagineux, haricots...). Comparé aux autres légumineuses, le soja laisse derrière lui assez peu d'azote, lié notamment à son taux de protéines élevé dans la graine. (voir graphique ci contre) Les légumineuses de printemps auraient à priori un comportement intermédiaire entre la féverole et le soja.

Les cultures de printemps comme les lentilles et le pois chiche ont le vent en poupe en ce moment dans le Gers ! Les agriculteurs bios gersois les intègrent de plus en plus dans leurs rotations après contractualisation. En outre, l'alternance de cultures d'hiver, de printemps et d'été et donc de trois périodes de semis différentes permet d'allonger les rotations et est très efficace contre les adventices à période de germination marquée, comme l'amarante et le datura par exemple, inféodées aux cultures d'été.

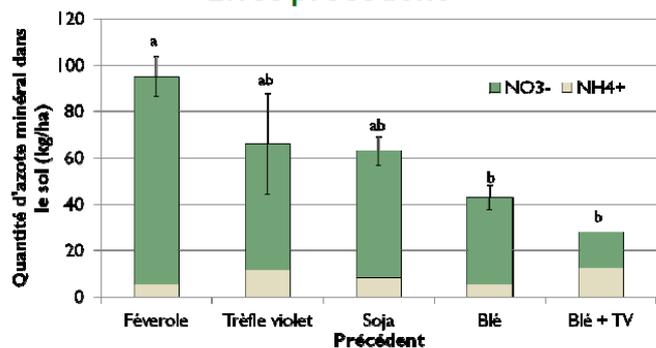
* **Les cultures associées légumineuses + céréale** (ex : féverole + blé, pois + orge)

Le rendement d'une association céréale-légumineuse sera, dans des systèmes à bas niveau d'azote, supérieur au rendement moyen des cultures pures, grâce à une meilleure exploitation des ressources du milieu (eau, lumière et nutriments dont l'azote). Il est ainsi plus intéressant de faire 2 ha de cultures associées qu'1 ha de céréale et 1 ha de pois ou féverole.

C.R.E.A.B. Midi-Pyrénées



Légumineuse dans la rotation Effet précédent



Mesures au champs en novembre après différents précédents

Les deux espèces sont complémentaires dans l'utilisation des ressources azotées : la céréale utilise l'azote du sol, ce qui « pousse » la légumineuse à fixer essentiellement l'azote atmosphérique. Une légumineuse en solo capte d'abord l'azote du sol avant de fixer l'azote de l'air. Il n'y en revanche qu'une faible quantité d'azote fixé par la légumineuse qui est transféré à la céréale pendant le temps de la culture associée. Plus la proportion de la légumineuse est importante à la récolte, plus l'association participe à l'autonomie en azote. Cette proportion dépend bien-sûr des densités de semis des deux espèces en mélange, mais également fortement de l'année climatique. Les variétés choisies ont également leur importance. Dans un mélange féverole + blé par exemple, la tendance serait que les blés hauts soient plus concurrentiels vis-à-vis de la féverole (essai du CREAB).

Il est plus facile d'intégrer les méteils céréale + légumineuse dans la rotation lorsqu'il est possible soit les trier soi-même ou bien de les valoriser directement auprès d'éleveurs.

* Les couverts végétaux hivernaux à base de légumineuses avant une culture d'été

La féverole est très souvent utilisée comme base d'un mélange multiespèces pour un couvert hivernal (ou en solo) : facile à détruire, apport de fertilité, facilité de semis, peu exigeante, c'est la base éprouvée des couverts végétaux dans le Gers. Attention cependant au risque de gel si la graine est positionnée trop en surface.

Comme seconde légumineuse, la vesce commune y est souvent associée. Grimpanche, elle s'associe à la féverole et bouche les trous.

La proportion des légumineuses dans le couvert peut être très importante avant une culture exigeante en azote comme le maïs par exemple, moins avant un tournesol ou encore avant un soja.

Sur le même principe que les cultures associées, mélanger une ou plusieurs légumineuses avec d'autres familles d'espèces permet de favoriser la fixation symbiotique de ces légumineuses.

La phacélie et les crucifères peuvent piéger une quantité importante d'azote présente dans le sol et peuvent donc contribuer à limiter sa lixiviation en hiver.



Couvert de féverole + pois + vesce + phacélie + céréales

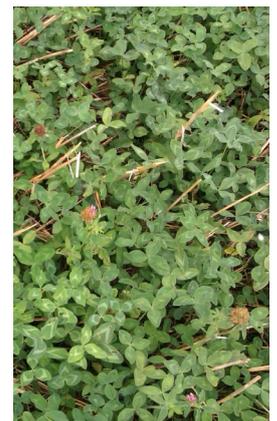
* Les couverts végétaux hivernaux à base de légumineuses avant une culture de printemps

En présence de cultures de printemps dans la rotation (lin, lentilles...), qui sont semées précocement, il est moins évident de couvrir son sol pendant la période d'interculture précédant ces dernières (développement limité du couvert semé au cours de l'automne, conditions de sol souvent humides au moment de la restitution). Entre une céréale et une lentille, par exemple, le sol est nu environ 8 mois (de mi juillet à mi mars) ! Un semis précoce de couverts végétaux hivernaux (fin août-tout début septembre) peut permettre d'avoir un couvert développé en décembre si l'automne est pluvieux est doux. La restitution de ce couvert peut être alors envisagée courant décembre. Mais avec une fin d'été et un début d'automne sec, certains couverts hivernaux semés précocement ont pu connaître un développement limité en fin d'année. La restitution de ce couvert est alors réalisée en début d'année suivante, après que le sol soit ressuyé, ce qui laisse une durée réduite entre cette restitution et le semis de la culture de printemps. Ici se ressent le besoin d'anticiper la flexibilité sur la rotation. Si le couvert ne peut être finalement restitué suffisamment tôt sans dégrader/tasser le sol, le semis d'une variété précoce peut être envisagé, ou bien celui finalement d'une culture d'été.

* Les trèfles semés dans une céréale de printemps

Le trèfle le plus fréquemment semé dans une céréale en mars-avril et qui réussit le mieux dans le Gers est le trèfle violet. Il est généralement semé à la volée avant ou après un passage de herse étrille, et restitué fin d'année ou début de l'année suivante, avant une culture d'été. Des essais de trèfle violet avant une culture de printemps comme le lin par exemple vont être prochainement réalisés par des agriculteurs. Si le sol est tassé au moment du semis, envisager d'utiliser une houe rotative à la place de la herse étrille. Le semis du trèfle au semoir à céréales est plus sécuritaire, mais rarement utilisé par les agriculteurs, en lien avec le temps et le coût du passage.

En présence d'adventices d'été dans le trèfle, certains agriculteurs le fauchent afin de limiter la montée à graine.



Avec une forte proportion de légumineuses dans la rotation (en culture et en couvert), il est important de varier les espèces de légumineuses implantées, en lien avec le risque de maladie. Un agriculteur semait de la féverole « solo » comme culture (rotation de 3-4 ans avec implantation de pois ou féverole 1 année sur 3 ou 4), et également comme couvert végétal hivernal. La féverole en couvert était en solo pendant plusieurs années, puis en mélange avec 1 ou 2 autres espèces (semis d'un couvert hivernal dans cette rotation). Il a constaté au bout de plusieurs années de ces pratiques des baisses de rendement de la féverole en culture, avec une fréquence et une intensité plus importante des maladies.

Plus de biomasse pour plus d'azote !

Plus un couvert végétal produit de biomasse, plus il prélève et donc contient potentiellement d'azote. Un couvert qui produit 4-5 tonnes de matière sèche/ha commence à être intéressant au niveau de la production de biomasse ! Un compromis est bien-sûr à trouver entre développement du couvert et la réussite de l'implantation de la culture suivante.



Disponibilité de l'azote « pompé » par le couvert

Couvert végétal de féverole à 5 tonnes de matière sèche/ha (bâton d' 1 m au milieu de la photo)

La mise à disposition de l'azote ou dynamique de libération de l'azote pompé par le couvert va dépendre :

- * **de son rapport Carbone / Azote (C/N)**. Plus la valeur est faible, plus l'azote sera rapidement disponible (voir schéma ci-dessous). Ce rapport C/N varie en fonction :
 - de l'espèce : les légumineuses ont un rapport C/N plus bas que les crucifères ou les graminées par exemple. La moitié de l'azote contenu dans les légumineuses pourra être minéralisé pour la culture suivante, contrairement par exemple aux crucifères, qui ne restitueront potentiellement qu'1/3 ou moins à la culture suivante (voir schéma). D'après la méthode MERCI, en prenant l'exemple d'une légumineuse solo, 5 tonnes de matière sèche/ha de féverole piègent près de 200 unités d'azote, et peuvent potentiellement restituer environ 100 unités à la culture suivante !
 - de l'âge du couvert : un couvert jeune a un C/N faible, sa décomposition est donc rapide. A l'inverse, plus un couvert est âgé, plus son C/N est élevé et donc sa décomposition lente.

La dynamique de libération de l'azote va dépendre également :

- * **des conditions climatiques** (température, humidité) : un temps doux et humide après restitution du couvert est favorable à sa décomposition.
- * **du type de sol et de sa structure** (un sol bien structuré et qui se réchauffe rapidement au printemps permet une dégradation plus rapide du couvert)
- * **du travail du sol réalisé pour restituer le couvert** : plus il est superficiel, plus la décomposition du couvert sera lente.

Si l'objectif principal est de fournir le maximum d'azote à la culture suivante (par exemple pour un maïs), il faut rechercher une décomposition assez rapide. (objectif « fertilisation de la culture suivante »)

Si la culture suivante est une légumineuse (un soja par exemple), la décomposition du couvert peut être plus lente. (objectif « fertilité du sol »)

L'azote pompé par le couvert qui n'est pas restitué à la culture suivante n'est pas perdu pour autant. Il va contribuer à alimenter la matière organique du sol, qui va se dégrader et donc libérer de l'azote petit à petit les années suivantes, sur le long terme. Plus le « pool » de matière organique du sol est important, plus il y aura une libération régulière importante d'azote et autres nutriments dont pourront bénéficier les cultures...

Exemples de quantités d'azote libérées à 6 mois (effet pour la culture suivante)

Taux minéralisation	Légumineuse C/N = 10/12 40 à 50%	Moutarde C/N = 15/20 15 à 30%	Graminée C/N = 20/30 -15 à 15%
N plante entière 50 kg N/ha	 20 à 25 kg N/ha	 7 à 15 kg N/ha	 -7 à 7 kg N/ha
100 kg N/ha	 40 à 50 kg N/ha	 15 à 30 kg N/ha	 -15 à 15 kg N/ha

Source : E. Justes, INRA Toulouse

Fertilité du sol sous ses trois composantes

Un système autonome en azote repose sur un sol fertile dans ses 3 composantes : physique, chimique et biologique à la fois. Maintenir voire améliorer les trois types de fertilité est tout le travail de l'agriculteur pour s'assurer de la pérennité de son outil de production. Les matières organiques du sol ont un rôle central à jouer. La restitution de matière organique régulière et en quantité importante au sol via la restitution des pailles, des couverts végétaux voire des légumineuses fourragères est donc essentielle. Le travail superficiel du sol permet de limiter la perturbation de l'activité biologique. Il faut également veiller à tasser au minimum les sols pour maintenir la fertilité physique.

Pratiques de céréaliers gersois autonomes en intrants

Le réseau des Bios du Gers-Gabb32 recense un nombre croissant de rotations où l'agriculteur n'apporte plus d'engrais organiques depuis plusieurs années, dont certains depuis plus de 10 ans ! Tous implantent régulièrement des couverts végétaux hivernaux à base de légumineuses avant les cultures d'été, et les restituent pour la majorité assez tardivement afin d'avoir une biomasse importante. Ils intègrent tous des légumineuses en culture de vente dans la rotation (soja chez la plupart, et selon les agriculteurs, légumineuse fourragère (luzerne ou trèfle), pois et/ou féverole en solo ou en mélange avec une céréale, lentilles, pois chiche, haricots.



Exemple de Pierre PUJOS : 6 légumineuses différentes et cultures peu exigeantes

Pierre PUJOS cultive 210 ha de terres argilo-calcaires à Saint Puy, majoritairement en sec. Il a arrêté les apports de fertilisation organique depuis 2004, et a démarré l'implantation des couverts végétaux hivernaux en 2006. Depuis 2011, l'implantation des couverts a été généralisée sur l'ensemble de la surface.

Sa rotation a été jusqu'à récemment à base de luzerne gardée 3 années de suite, car il avait une forte problématique chardons. Cette luzerne était valorisée auprès d'un éleveur local.

Il y a peu, il a fortement réduit sa surface en luzerne (de 30% auparavant à 5% aujourd'hui), car la problématique chardons a été solutionnée et il n'a plus le débouché.

En cultures de vente légumineuses, Pierre plante du soja et de la féverole, et depuis 2-3 ans de la lentille, du pois chiche et du haricot (cultures sous contrat). Le haricot a été semé en 2017 sur une parcelle irriguée.

Ses couverts végétaux hivernaux avant cultures d'été sont des mélanges à base de féverole, avec une ou deux autres espèce(s) associée(s) : classiquement féverole (+vesce) + moutarde. Avant une légumineuse comme le soja, il sème le mélange féverole + céréale, avec une dose plus limitée de féverole. Il restitue ses couverts tardivement, le délai entre le premier passage de restitution et l'implantation de la culture d'été suivante est réduit à son maximum (15 jours-trois semaines).

Pierre démarre l'implantation de couverts végétaux hivernaux avant cultures de printemps comme le lin.

Il va tester en 2018 le semis de céréales en mélange avec un protéagineux, et souhaite planter du trèfle violet dans des céréales au printemps.

Une rotation longue et variée avec de nombreuses légumineuses différentes, en cultures de vente et en couverts, avec également plusieurs cultures non légumineuses assez peu exigeantes comme le lin, le petit épeautre et des blés anciens, permettent à Pierre d'avoir un système autonome en fertilisation.

Exemple de Jean-Jacques GARBAY : couverts végétaux à fond et cultures exigeantes en azote

Jean-Jacques GARBAY cultive sur des terres de boulbènes et argilo limoneuses à St Médard, dans le sud du Gers. Ses terres ne sont plus fertilisées depuis 2010. C'est à ce moment-là qu'il a également démarré le semis de couverts végétaux hivernaux. Ses cultures sont irriguées. Sa rotation est de 5 ans avec 2 cultures d'hiver dont un méteil légumineuse + céréale, et trois cultures d'été. Il plante notamment du maïs (sorgho depuis 2017), cultures exigeantes en azote. Les trois cultures d'été sont semées à la suite : soja puis maïs ou sorgho puis tournesol. Avant chacune de ces trois cultures d'été, un couvert hivernal à base de légumineuses (féverole + vesce + phacélie + navette) est implanté. Avant maïs ou sorgho, il y a donc eu un soja et deux couverts hivernaux à base de légumineuses, ce qui permet la fourniture d'azote nécessaire au maïs et au sorgho.

L'agriculteur a implanté du colza pour la première fois en 2017, culture également exigeante en azote, qui a été précédé d'un couvert estival irrigué de soja 000 pour la fourniture d'azote.

A noter que ces deux agriculteurs ne labourent pas et travaillent très superficiellement les sols. Leurs pratiques tendent donc vers l'agriculture biologique de conservation ou « ABC ».