

# Journée technique

## Grandes Cultures biologiques

*ITAB/Arvalis-Institut du Végétal*

- Azote, matières organiques et engrais verts
- Rentabilité des systèmes de grandes cultures en AB



**23 mars 2009, Paris 14<sup>e</sup>**

FIAP Jean Monnet, Salle Lisbonne



# Journée Technique Grandes Cultures Biologiques

## Programme

9h00 Ouverture de l'accueil - Café et thé, produits biologiques

### Introduction

9h30 Ouverture de la journée. *Etienne Gangneron (Administrateur ITAB)*

9h35 Problématiques de la filière Grandes Cultures biologiques. *Pascal Gury (Président de l'Agence Bio et co-président section bio d'Intercéréales)*  
Etat des marchés céréaliers biologiques. *Solenn Le Boudec (Intercéréales)*

### 10h05 Azote, matières organiques et engrais verts

Comment assurer une bonne alimentation azotée des cultures, par la culture de légumineuses ou d'engrais verts dans le cadre de rotations appropriées, et l'apport d'effluents d'élevage ou d'autres matières organiques ?

Animation : Eric Justes (INRA AGIR, Toulouse)

10h15 Valoriser les produits résiduels organiques (PRO) : données sur la minéralisation de l'azote organique. *Alain Bouthier (Arvalis), Blaise Leclerc (ITAB)*

11h00 Mise au point d'un outil de gestion de l'azote pour les blés biologiques. *Lise Billy (Chambre d'agriculture de Seine et-Marne/ITAB)*

11h45 Engrais verts : atouts et contraintes en grandes cultures biologiques. *Jérôme Labreuche (Arvalis)*

12h30 Echanges avec la salle - Conclusions sur la thématique

### 13h00 Déjeuner/temps d'échange libre

### 14h55 Rentabilité des systèmes de grandes cultures biologiques

Quelle rentabilité pour les systèmes de grande culture biologiques ? Quels résultats économiques et coûts de production des systèmes céréaliers ?

Animation : Philippe Viaux (Arvalis)

15h05 Economie des systèmes céréaliers biologiques : présentation des résultats de la zone Centre. *Charlotte Glachant (Chambre d'agriculture de Seine et-Marne)*

15h40 Economie des systèmes céréaliers biologiques : évaluation des coûts de production. *Jean-François Garnier (Arvalis)*

16h20 Calcul de rentabilité par culture : présentation d'un outil pour aider à réfléchir la conversion. *Alain Larribeau (Qualisol) et Pierre Pradalié (FRC2A Midi-Pyrénées)*

16h45 Echanges avec la salle - Conclusions sur la thématique

### 17h15 Clôture de la journée



# SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	3
---------------	---

## INTRODUCTION

<b>Etat des marchés céréaliers biologiques - Solenn Le Boudec (Intercéreales).....</b>	<b>5</b>
--	----------

## AZOTE, MATIERES ORGANIQUES ET ENGRAIS VERTS

<b>Valeur fertilisante azotée des produits résiduaux organiques : mieux prendre en compte la dynamique de la fourniture d'azote - Alain Bouthier (Arvalis).....</b>	<b>11</b>
---	-----------

<b>La question des engrais organiques azotés en grandes cultures biologiques - Blaise Leclerc (ITAB).....</b>	<b>15</b>
---	-----------

<b>Mise en place d'un outil de gestion de l'azote pour le blé tendre en système de grandes cultures biologiques en zone Centre - Lise Billy (CA 77/ITAB).....</b>	<b>19</b>
---	-----------

<b>Engrais verts : atouts et contraintes en grandes cultures biologiques - Jérôme Labreuche (Arvalis).....</b>	<b>29</b>
--	-----------

<b>Fiche technique : implanter une légumineuse sous couvert de céréales : un piège à nitrates à double effet - Gilles Salitot (CA 60) .....</b>	<b>35</b>
---	-----------

<b>Fiche technique : la fertilisation organique - Blaise Leclerc (ITAB) .....</b>	<b>43</b>
---	-----------

## RENTABILITE DES SYSTEMES DE GRANDES CULTURES AB

<b>Résultats technico-économiques en systèmes de grandes cultures biologiques en zone Centre – Récolte 2007 - Charlotte Glachant (CA 77) .....</b>	<b>49</b>
--	-----------

<b>Evaluation des coûts de production en grandes cultures biologiques - Jean-François Garnier (Arvalis).....</b>	<b>63</b>
--	-----------

<b>La rentabilité : du conventionnel au bio, comparez la rentabilité d'une culture menée en bio et en conventionnel - Alain Larribeau (Qualisol) et Pierre Pradalié (FRC2A Midi-Pyrénées) .....</b>	<b>71</b>
---	-----------



# ETAT DES MARCHES CERELIERS BIOLOGIQUES

**Solenn Le Boudec**

**Intercéréales**

23-25, avenue de Neuilly - 75116 Paris

Tel : 01 40 67 78 95 Mail : [sleboudec@intercereales.com](mailto:sleboudec@intercereales.com)

## RESUME

Principales données sur les marchés céréaliers

Quelques chiffres clés toutes céréales confondues :

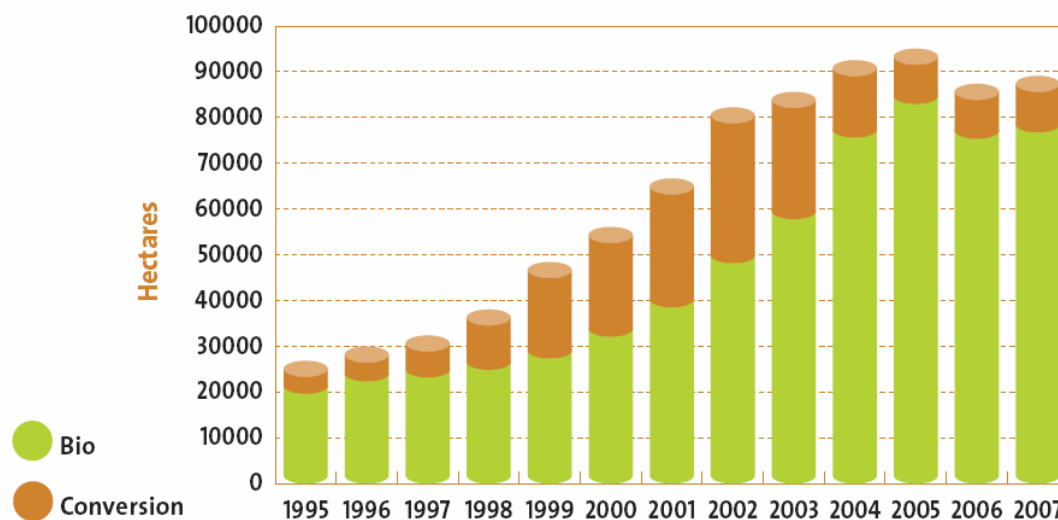
- Environ **5 000** exploitations pour **85 600 ha** soit *0,9% Total SAU Céréales France*
- Environ **140 000 tonnes** collectées soit *0,4% Total Collecte France*
- Solde **import / export très variable** d'une année à l'autre

## 1 PRODUCTION

### 1.1 Evolution des surfaces céréalières bio

**Figure 1 – Evolution des surfaces céréalières en mode de production biologique**

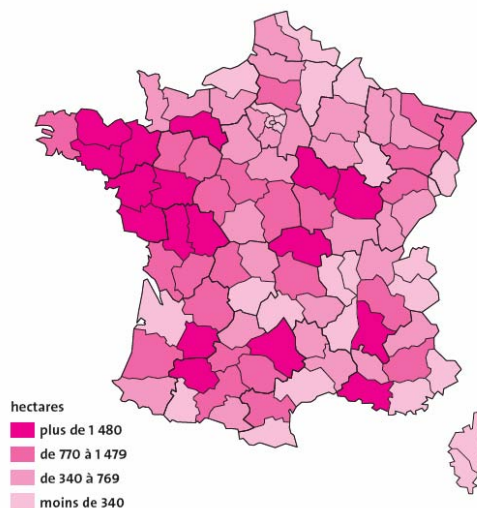
Source : Agence Bio, Les chiffres 2007



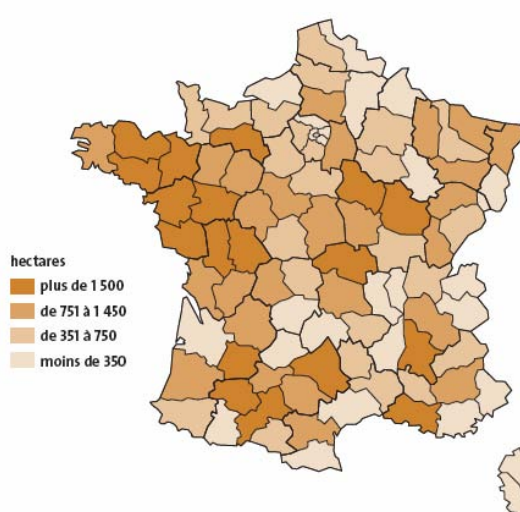
## 1.2 Evolution des surfaces céréalières bio selon en régions

**Figure 2 – Evolution des surfaces céréalières en mode biologique en 2006**

Source : Agence Bio, Les chiffres 2007



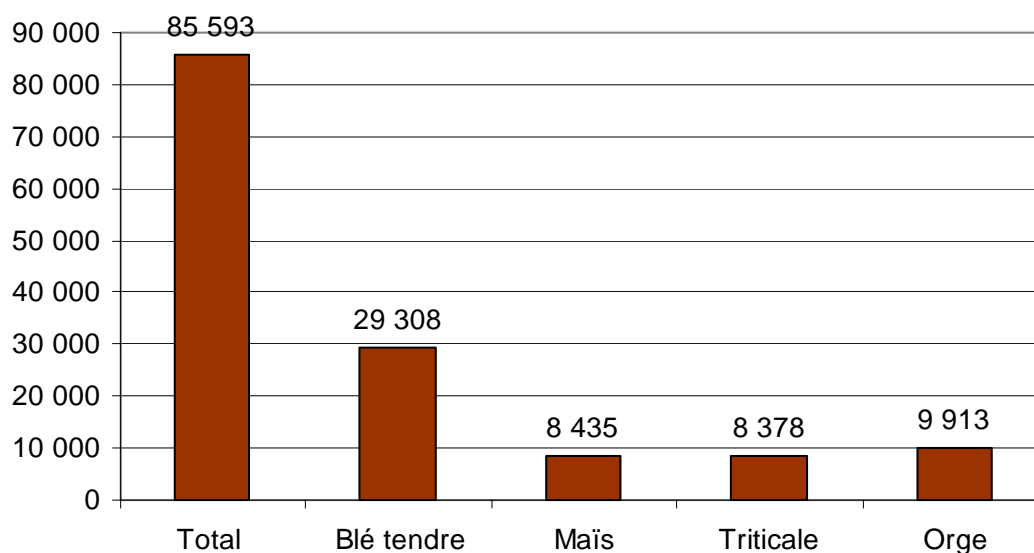
**Figure 3 – Evolution des surfaces céréalières en mode biologique en 2007**



## 1.3 Un assolement varié

**Figure 4 – Répartition par espèce des surfaces céréalières (en hectares)**

Source : Agence Bio, Les chiffres 2007

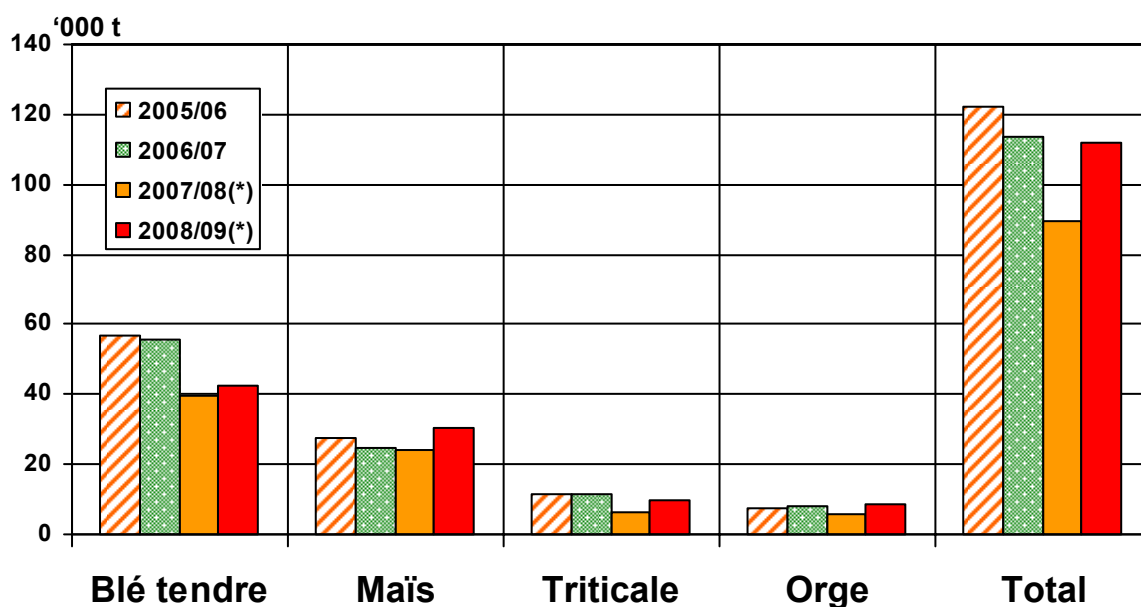


Remarque : données comprenant les conversions

## 2 COLLECTE

Figure 5 – Evolution de la collecte pour les céréales les plus cultivées selon le mode biologique (bio + conversions) en tonnes – données au 1<sup>er</sup> février

Source : ONIGC, Données 1<sup>er</sup> février 2009



\*chiffres semi définitifs

Tableau 1 – Evolution de la collecte en pourcentage pour les céréales en mode de production biologique (bio + conversions) en tonnes – données au 1<sup>er</sup> février

Source : ONIGC, Données 01/02/09

Espèces	Evolution 08/09-07/08
Avoine	+76%
Blé dur	+32%
Blé tendre	+7%
Epeautre	+79%
Maïs	+25%
Orge	+45%
Riz	+34%
Sarrasin	+5%
Seigle	+80%
Sorgho	+83%
Triticale	+59%
<b>Total</b>	<b>+25%</b>

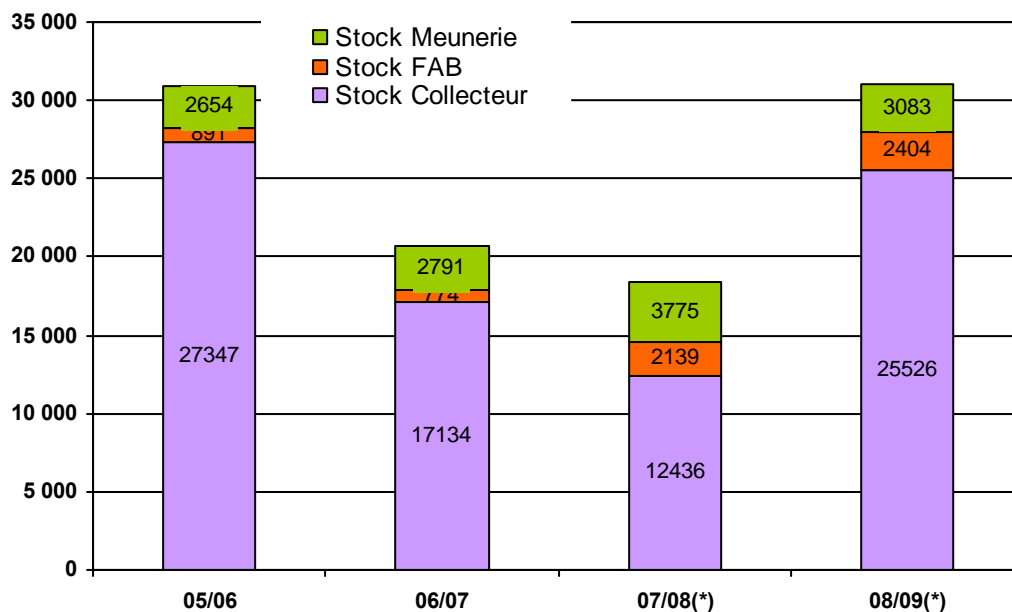
Au 1<sup>er</sup> février : augmentation de la collecte de 25 % par rapport à la campagne 2007/08



### 3 STOCKS DE BLE TENDRE BIOLOGIQUE

Figure 6 – Stocks de blé tendre biologique – données en tonnes au 1<sup>er</sup> février

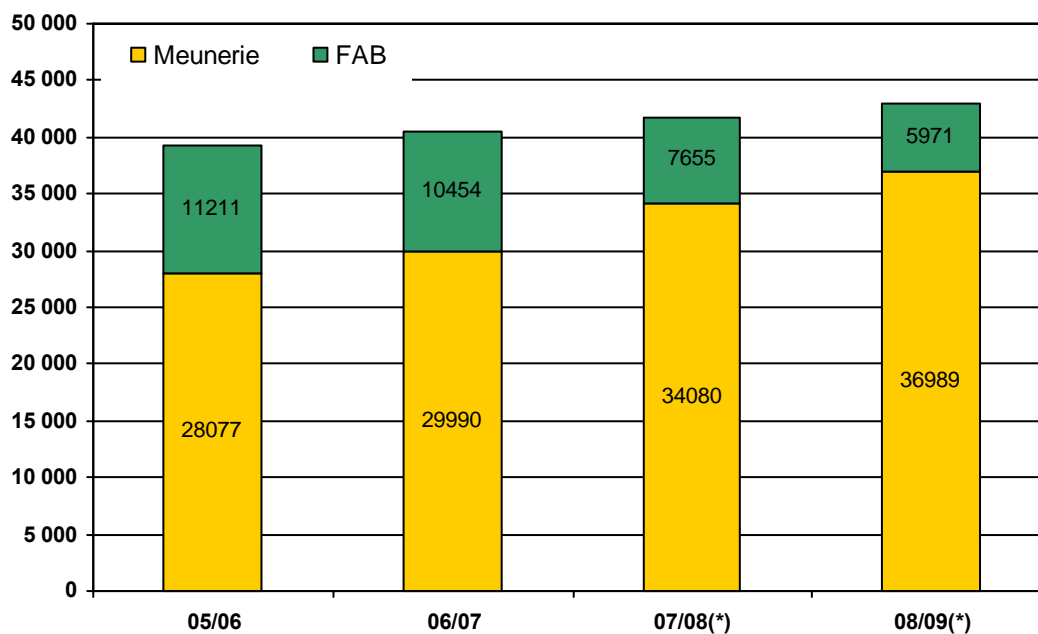
Source : ONIGC, Données 1<sup>er</sup> février 2009



### 4 UTILISATIONS DE BLE TENDRE BIOLOGIQUE

Figure 7 – Utilisations de blé tendre biologique – données en tonnes au 1<sup>er</sup> février

Source : ONIGC, Données 1<sup>er</sup> février 2009



## 5 BILAN DE CAMPAGNE

**Tableau 2 – Bilan de Campagne – Blé tendre (en tonnes)**

Source : ONIGC, Données 30/10/2008

	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09 Prévisions au 30/10
Stock début au 01/07	20.915	15.407	6.956	11.083
Collecte	81.490	71.423	49.520	60.000
Importations	2.362	2.968	9.919	10.000
<b>Ressources sur le marché</b>	<b>104.767</b>	<b>89.798</b>	<b>85.742</b>	<b>86.083</b>
Meunerie	48.592	52.695	60.802	65.000
FAB	18.221	17.768	12.517	11.500
<b>Utilisations totales</b>	<b>89.360</b>	<b>82.842</b>	<b>74.659</b>	<b>77.700</b>
Stock fin au 30/06	15.407	6.956	11.083	8.383
Taux de couverture du marché	115%	105%	76%	91%

Remarque :

Taux de couverture marché = (Stock début de campagne + Collecte) / Utilisations totales

**Tableau 3 – Bilan de Campagne – Maïs (en tonnes)**

Source : ONIGC, Données 30/10/2008

	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09 Prévisions au 30/10
Stock début au 01/07	13.703	11.528	6.187	13.223
Collecte	36.109	30.136	30.913	36.000
Importations	0	766	5.941	6.000
<b>Ressources sur le marché</b>	<b>49.811</b>	<b>42.430</b>	<b>51.637</b>	<b>55.223</b>
FAB	24.347	24.280	32.353	36.000
<b>Utilisations totales</b>	<b>38.283</b>	<b>36.244</b>	<b>38.414</b>	<b>42.060</b>
Stock fin au 30/06	11.528	6.187	13.223	13.163
Taux de couverture du marché	130%	115%	96%	117%

Remarque :

Taux de couverture marché = (Stock début de campagne + Collecte) / Utilisations totales



# VALEUR FERTILISANTE AZOTÉE DES PRODUITS RESIDUAIRES ORGANIQUES : MIEUX PRENDRE EN COMPTE LA DYNAMIQUE DE LA FOURNITURE D'AZOTE

Résumé d'intervention au colloque Académie d'Agriculture COMIFER du 17 mars

**Alain Bouthier<sup>1</sup>, Robert Trochard<sup>2</sup>, Virginie Parnaudeau<sup>3</sup>, Bernard Nicolardot<sup>4</sup>, Thierry Morvan<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> ARVALIS Institut du végétal, Saint Pierre d'Amilly F-17700 ; a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr

<sup>2</sup> ARVALIS Institut du végétal, La Jaillière La Chapelle Saint Sauveur F-44370, r.trochard@arvalisinstitutduvegetal.fr,

<sup>3</sup> INRA, Agrocampus Rennes, UMR 1069, Sols, Agronomie, Spatialisation, F-35000 Rennes, Virginie.Parnaudeau@rennes.inra.fr

<sup>4</sup> ENESAD, Département "Agronomie et Environnement", UMR 1210 INRA-ENESAD-Université de Bourgogne "Biologie et Gestion des Adventices" (BGA) 26 Bd Docteur Petitjean, BP 87999, F-21000 Dijon, b.nicolardot@enesad.fr

<sup>5</sup> INRA, Agrocampus Rennes, UMR 1069, Sols, Agronomie, Spatialisation, F-35000 Rennes. morvan@rennes.inra.fr

## **1 LES PRO : DES FERTILISANTS AZOTES PLUS DIFFICILES A GERER QUE LES ENGRAIS MINERAUX**

A l'échelle française, les produits résiduaux organiques (PRO) épandus sur les sols agricoles représentent un gisement important d'azote, de l'ordre de 60 % de l'azote épandu par les engrais minéraux. Mais l'utilisation des PRO comme fertilisants azotés, se heurte à un certain nombre de problèmes liés aux difficultés d'évaluation de leur composition et de prédiction de leur valeur fertilisante azotée.

A la différence des engrais azotés minéraux, une partie de l'azote des PRO se trouve sous des formes organiques diverses (acides aminés, peptides, ADN,...) associée à une forme minérale de l'azote essentiellement ammoniacale. La proportion d'azote organique et minéral, et les formes d'azote organiques diffèrent largement entre PRO et peuvent même varier dans le temps au sein d'une même filière de production, en relation avec leur origine, leur nature, les procédés de traitement et de stockage. La maîtrise de la composition nécessite donc un suivi analytique régulier qui reste encore peu pratiqué en dehors des PRO soumis à une réglementation.

La valeur fertilisante azotée est en partie liée à la minéralisation progressive de l'azote dont l'importance et la vitesse dépendent de multiples facteurs liés au PRO (caractéristiques physiques, composition), au sol récepteur (pH, teneur en MO, disponibilité en azote minéral...) au mode d'incorporation du PRO dans le sol, et au climat. Enfin des pertes d'azote vers l'atmosphère (volatilisation ammoniacale, dénitrification) ou vers les eaux souterraines (lessivage des nitrates), peuvent réduire cette valeur fertilisante azotée. La multiplicité et la complexité des phénomènes en jeu ne permettent pas encore aujourd'hui de proposer des outils de prédiction ou d'aide à la décision génériques. Mais des progrès significatifs ont été réalisés au cours des 10 dernières années en particulier au niveau de la prédiction de la minéralisation potentielle d'un certain nombre de PRO. Nous proposons dans cet article de faire le point sur ces avancées et leurs applications au niveau de la gestion de la fertilisation azotée des cultures.

## **2 QUE DEVIENT L'AZOTE DES PRO DANS LE SOL ?**

Le devenir de la fraction ammoniacale de l'azote des PRO ainsi que de la fraction uréique (importante dans les PRO issus d'élevages avicoles) après hydrolyse rapide, est tout à fait comparable à celle des engrais minéraux. Rapidement nitrifié dans le sol, cette fraction

devient disponible pour la nutrition des plantes. Toutefois, une part importante de cet azote ammoniacal peut être perdue par volatilisation ammoniacale en quelques jours si les produits ne sont pas immédiatement et correctement incorporés dans le sol. Les études sur la volatilisation ammoniacale initialement réalisées sur des lisiers et plus récemment sur des effluents liquides agro industriels, ont montré que celle-ci pouvait dépasser 60 % du  $\text{N-NH}_4^+$  apporté, en moins de 8 jours. Par ailleurs la volatilisation ammoniacale peut aussi concerner des PRO à minéralisation rapide de l'azote organique. Les facteurs impliqués dans la volatilisation sont bien connus et ce processus est relativement bien modélisé pour les PRO liquides. Les références sont toutefois encore insuffisantes pour modéliser celle des PRO solides. Si le risque de volatilisation peut être pris en compte en incorporant rapidement les PRO apportés avant l'implantation d'une culture, il est plus difficile de le prendre en compte pour les PRO apportés en cours de végétation. Ainsi sur une expérimentation de longue durée, on a pu constater une variation interannuelle d'un facteur 2 de l'efficacité de l'azote d'un lisier de porcs apporté pendant le tallage du blé. Les pertes d'azote par dénitrification représentent des quantités beaucoup plus faibles que celles mises en jeu par la volatilisation ammoniacale, de l'ordre de quelques kg N/ha.

L'azote organique des PRO ne devient disponible pour la nutrition des cultures qu'après dégradation de ces matières organiques selon des dynamiques très variables. L'effet direct ou « immédiat » est imputable aux fractions organiques rapidement minéralisables. Des travaux récents utilisant de l'azote marqué ( $^{15}\text{N}$ ) ont montré que, pour des PRO très variés, ces formes organiques sont minéralisées pour l'essentiel dans un délai de quelques semaines à un peu plus d'une année après l'apport. L'effet direct azote concerne donc principalement la culture réceptrice mais peut aussi se prolonger dans certaines conditions pendant la campagne suivante.

Pendant les périodes de drainage, l'azote nitrique issu de la nitrification de l'azote ammoniacal apporté par les PRO ou de la minéralisation de l'azote organique peut être lixivié. Ces pertes peuvent mettre en jeu des quantités importantes d'azote notamment dans le cas d'apports de PRO riches en azote ammoniacal ou organique rapidement minéralisable avant la période de drainage sur sol nu ou culture à faible croissance.

La part de l'azote organique non minéralisée au cours de l'année de l'apport est intégrée dans le stock d'azote organique du sol et modifie à moyen et à long terme, le statut organique du sol et son activité minéralisatrice.

### **3 DES EXPERIMENTATIONS AU CHAMP POUR EVALUER LA VALEUR AZOTE DES PRO**

Des expérimentations au champ annuelles ou pluriannuelles, sur les grandes cultures et les prairies, ont été réalisées au cours des 20 dernières années, pour évaluer l'efficacité de l'azote d'un certain nombre de PRO issus d'élevage, et plus récemment sur des PRO d'origine urbaine et agro industrielle. Elles ont permis de proposer pour les PRO les plus courants, des coefficients apparents d'utilisation de l'azote total (CAU), ou des coefficients d'équivalence engrais (Keq) selon le type de culture et la période d'apport. Ces coefficients, qui intègrent l'effet direct (évoqué précédemment) sur la culture réceptrice et les pertes d'azote, montrent une importante variabilité pour un même type de PRO entre essais, et entre années au sein d'un même essai. Des valeurs moyennes ont néanmoins été retenues par grand type de PRO, pour fournir une estimation de leur effet azoté direct dans différents outils de calcul de fertilisation azotée.

### **4 APPORTS DES TRAVAUX RECENTS SUR LA MINERALISATION A COURT TERME DE L'AZOTE ORGANIQUE DES PRO**

Depuis le début des années 90, le processus de minéralisation de l'azote et du carbone organique rapidement minéralisables des PRO, a fait l'objet de nombreux travaux en laboratoire par incubation de mélange sol-PRO, en conditions contrôlées de température et d'humidité, pour quantifier la fourniture potentielle d'azote et sa cinétique. Les cinétiques ainsi obtenues ont été confrontées à différents paramètres de composition chimique (teneurs



en C et N organique, C/N) et biochimique (extractions séquentielles à l'eau et à l'acide permettant la séparation de fractions solubles à l'eau, d'hémicellulose, de cellulose et de lignine) en vue de dégager des dynamiques de minéralisation associées à des « profils » de composition chimique et biochimique. Ces travaux ont montré qu'un même type de PRO pouvait présenter une importante variabilité de cinétique de minéralisation et que des critères de composition tels que le rapport C/N étaient peu explicatifs de la minéralisation hormis pour certains PRO tels que les boues urbaines et les effluents d'élevage. Le profil biochimique permet de mieux discriminer les dynamiques de minéralisation et des typologies ont été proposées pour certains types de PRO : effluents d'élevage, effluents porcins. En 2006, une étude sur 273 PRO d'origine et de nature très variées, a permis de différencier 6 classes de comportement de minéralisation à partir de 4 caractéristiques chimiques et biochimiques. Ces études en conditions contrôlées permettent d'espérer à moyen terme, déduire le comportement de minéralisation des PRO de leur profil de composition biochimique

Dans le but de vérifier les conditions d'une transposition au champ des résultats obtenus au laboratoire, une synthèse de 44 suivis de minéralisation de l'azote organique de différents PRO, réalisés à la fois au laboratoire et au champ (sol nu), a été réalisée en 2008. L'utilisation d'une échelle de temps exprimée en « jours normalisés » (à une température de 15 °C et à une humidité proche de la capacité au champ) a permis de comparer ces deux approches. Cette étude a montré une bonne concordance entre le « laboratoire » et le « champ » pour la majorité des suivis réalisés, identifié les cas de discordance et ouvre ainsi des perspectives intéressantes pour la mise au point de modèles d'extrapolation des résultats obtenus en laboratoire aux conditions de plein champ.

## **5 APPLICATIONS POUR LA GESTION DE LA FERTILISATION AZOTÉE DES CULTURES**

Par rapport à l'utilisation de coefficients globaux d'effets direct, la prise en compte de la dynamique de minéralisation de l'azote des PRO devrait permettre des gains d'efficacité de la fertilisation azotée à la fois par un calage plus précis de la période d'apport des PRO par rapport aux besoins des cultures, et par un meilleur ajustement de la fertilisation azotée minérale complémentaire.

Bien que de nombreux outils de calcul de fertilisation azotée estiment encore l'effet direct azote des PRO sur la culture réceptrice par les valeurs de CAU ou Keq issus des expérimentations, quelques outils (AZOFERT, AZOLIS...) intégrant une approche dynamique dans le calcul de la fourniture du sol par minéralisation, utilisent les cinétiques de minéralisation des PRO en vue de prendre en compte la date d'apport du PRO pour calculer la fraction d'azote organique minéralisé pendant la période d'«ouverture» du bilan.

## **6 DES TRAVAUX EN COURS ET DES PERSPECTIVES POUR EVALUER L'EFFET AZOTE A MOYEN ET LONG TERME**

Du fait de la rareté des références expérimentales, les effets à moyen et long terme des apports répétés de PRO sur le statut organique du sol et son potentiel de minéralisation d'azote sont encore assez mal quantifiés. Ces effets dépendent de l'évolution du stock de matières organiques du sol et semblent s'extérioriser de manière significative sur la fourniture en azote du sol par minéralisation, seulement après un délai supérieur à 10 ans, comme en témoignent les premiers résultats d'essais cumulant entre 10 et 20 ans d'apports de PRO. La quantification de ces effets nécessite donc un suivi régulier dans le temps du statut organique du sol. Des travaux sont en cours dans le cadre du projet CASDAR «Gestion durable des sols » (2008-2010) pour mieux quantifier ces effets azote long terme, sur la base d'une synthèse de 15 essais de longue durée avec apports de produits organiques issus d'élevages.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bodet J.M., Bouthier A. 2006. Produits résiduels organiques : une valeur fertilisante à ne pas négliger. *Perspectives Agricoles*, 326, 29-43.
- Decoopman B. 2008. Caractériser les fertilisants organiques : un moyen pour améliorer leur impact environnemental et leur innocuité. Symposium ECHOTECH. Montoldre. CEMAGREF
- Jensen B, Sørensen P., Thomsen I. K., Christensen B. T., Jensen E. S., 1999. Availability of nitrogen in <sup>15</sup>N-labelled ruminant manure components to successively grown crops. *Soil Science Society of America Journal*, 63, 416-423.
- Lashermes G., Houot S., Nicolardot B., Mary B., Morvan T., Chaussod R., Linères M., Metzger L., Thuriès L., Villette C., Tricaud A., Guillotin M.L. 2007. Typologie of exogenous organic matter based on chemical and biochemical composition to predict nitrogen availability. Actes du colloque "Mineral versus organic fertilisation conflict or synergism ?", 16-19 septembre 2007, Ghent, Belgium, pp 287-294.
- Morvan T., Ruiz L., Viaud V. 2007. Cumulative effects of applications of organic fertilizers on soil organic matter dynamics. Actes du colloque "Mineral versus organic fertilisation conflict or synergism ?", 16-19 septembre 2007, Ghent, Belgium, pp 362-370.
- Morvan T., Nicolardot B., Péan L. 2005. Biochemical composition and kinetics of C and N mineralization of animal wastes: a typological approach. *Biology and fertility of Soils*, 42, 513-522.
- Morvan T., Péan L., Robin P. 2004. Evaluation de l'intérêt du fractionnement de la matière organique d'effluents porcins pour en caractériser la biodégradation et la valeur fertilisante azotée. *Journées Recherche Porcine*, 36, 91-96.
- Nicolardot B., Bodineau G., Montenach D., Leclerc D., Schaub-Tremel A., Parnaudeau V., Le Villio-Poitrenaud M., Houot S. 2007. Devenir de l'azote de produits résiduels organiques après épandage. Actes du colloque « Retour au sol des produits résiduels organiques », 27 Novembre, Colmar, INRA-MRA du Haut Rhin, pp. 43-53.
- Nicolardot B., Parnaudeau V., Générumont S., Morvan T., Hénault C., Flura D., Robert P., Marcovecchio F., Linères M., Morel C. 2003. Disponibilité en azote des effluents urbains, agro-industriels et issus d'élevage. *Dossier de l'environnement INRA*, 25, 15-25.
- Schröder J.J. 2005. Manure as a suitable component of precise nitrogen nutrition. *Proceeding 574*, International Fertiliser Society, York.
- Sorensen P., Amato M. 2002. Remineralisation and residual effects of N after application of pig slurry to soil. *European Journal of Agronomy*, 16, 81-95.

# LA QUESTION DES ENGRAIS ORGANIQUES AZOTES EN GRANDES CULTURES BIOLOGIQUES

**Blaise Leclerc**

ITAB, 149 rue de Bercy, 75595 Paris cedex 12

[blaise.leclerc@itab.asso.fr](mailto:blaise.leclerc@itab.asso.fr)

## RESUME

Les engrais organiques azotés sont des produits résiduaux organiques (PRO) (voir intervention précédente d'Alain Bouthier) dont la teneur en azote total est supérieure à 3 % de leur matière sèche. Ce sont des produits utilisés en grandes cultures biologiques en sortie d'hiver – début de printemps, dans le but d'augmenter les rendements des céréales et/ou leurs teneurs en protéines. Bien que le potentiel de minéralisation de leur azote organique, déterminé au laboratoire, soit important, celui-ci varie d'un produit à l'autre. Il nécessite par ailleurs des conditions pédoclimatiques favorables pour se traduire par un effet azote marqué au niveau de la culture : bonne structure, température suffisante, etc. Etant donné leur prix d'achat souvent élevé, un calcul de rentabilité est nécessaire pour décider ou non de leur utilisation, et le cas échéant déterminer la dose d'apport économiquement rentable (et donc efficace d'un point de vue agronomique). Des travaux récents, en stations expérimentales ou basés sur des synthèses d'essais au champ, précisent les limites d'utilisation de ces engrais organiques, notamment pour la culture du blé tendre biologique. Ils montrent la nécessité de développer des outils d'aides à la décision adaptés aux diverses conditions régionales, en particulier pour prendre en compte les principaux facteurs limitants qui interfèrent sur la minéralisation de l'azote organique de ces produits.

## INTRODUCTION

Cette contribution vient en complément de celle d'Alain Bouthier, d'Arvalis Institut du végétal, qui traite au cours de cette journée technique du 23 mars 2009 de la question plus générale de l'utilisation des produits résiduaux organiques (PRO) en grandes cultures biologiques. Elle présente un état non exhaustif des réflexions récentes sur l'utilisation des engrais organiques azotés en agriculture biologique, en s'appuyant sur quelques exemples de travaux récents sur ce thème. L'utilisation des engrais organiques azotés est un thème récurrent en grandes cultures biologiques, même s'il est clair que l'essentiel des fournitures azotées dans les systèmes de grandes cultures biologiques provient de la fourniture du sol et des précédents légumineuses, comme de nombreux essais le montrent.

### **1 L'IMPACT DES ENGRAIS ORGANIQUES AZOTES EN GRANDES CULTURES BIOLOGIQUES, SUR LES RENDEMENTS ET LES TENEURS EN PROTEINES**

Récemment, des résultats de 55 essais ont été collectés dans différents départements (16 en Ile-de-France, 6 en Eure-et-Loire, 5 en Indre-et-Loire, 7 en Loir-et-Cher, 4 dans le Cher, 5 dans l'Oise, 10 dans le Gers, 2 dans la Drôme (Billy L., 2008). Parmi ces essais, sur 58 situations avec un apport de 60 kg d'azote par hectare au moment du tallage, sous forme d'engrais organiques azotés (vinasse, farine de plumes, engrais du commerce 11-6-2, fientes), une augmentation significative de rendement est constatée dans 70 % des cas, et une augmentation significative de la teneur en protéine est constatée dans seulement 30 % des cas. Le seuil de significativité est d'environ 3 quintaux pour le rendement et de 0,5 % pour le taux de protéines. La différence entre le rendement du témoin et celui de l'apport, même si elle est significative, est en moyenne de 6 q/ha, ce qui reste relativement faible et ce qui pose des questions quant à la rentabilité de l'apport (compte tenu du prix des engrais organiques).

Au CREAB (Prieur et Justes, 2007), sur le dispositif de la Hourre, l'efficacité d'une farine de plumes sur la variété de blé tendre Renan s'est avérée très différente selon le précédent. Après féverole, l'apport de farine de plumes n'a pas eu de conséquence significative sur le rendement, mais a permis un gain de 1,3 % de protéines. Par contre sur le précédent soja, l'apport de farine de plumes a permis un gain significatif de 8,1 q/ha, et une augmentation non négligeable de 0,6 % de la teneur en protéines. Dans ces mêmes essais, si l'on compare les deux fertilisants utilisés sur le précédent soja (vinasses et farine de plumes), on observe une différence d'efficacité importante. Les résultats moyens des blés fertilisés ont été de 40,2 q/ha pour la farine de plumes contre 47,4 q/ha pour les vinasses, pour une teneur en protéines non significativement différente. Cela indique une meilleure efficacité des vinasses, illustré par un meilleur CAU (Coefficient Apparent d'Utilisation de l'engrais) de 67,5 % pour les vinasses contre 33,6 % seulement pour la farine de plumes. Cette différence peut provenir d'une plus forte proportion initiale d'azote minéral (ammoniacal), 16 % dans les vinasses contre 1,4 % pour la farine de plumes, induisant une disponibilité plus précoce pour la vinasse. De plus, le conditionnement liquide des vinasses s'est avéré être un avantage par rapport aux bouchons de farine de plumes qui nécessite des précipitations conséquentes pour être délités. Cette différence d'efficacité peut également s'expliquer par une différence au niveau des pertes par volatilisation d'ammoniac (hypothèse à vérifier).

## **2 LES LIMITES D'UTILISATION DES ENGRAIS ORGANIQUES**

### 2.1 Une caractérisation incomplète

Les engrais organiques proviennent de sources très diverses. Ils sont principalement d'origine animale (déjections ou restes d'animaux : guano, fientes déshydratées, farines de plumes, d'os, soies de porcs, déchets de laine, etc.), mais peuvent également être d'origine végétale (tourteaux, en particulier le tourteau de ricin, vinasses de betterave). Le plus souvent les engrais organiques mis sur le marché sont des mélanges de ces différentes matières brutes, le pourcentage de chacune d'elles n'est pas donné et seule la teneur en azote totale est fournie. Il est possible de connaître le potentiel de minéralisation de l'azote organique de ces engrais en réalisant des incubations en conditions contrôlées de laboratoire. Cependant, il faut rester prudent sur l'interprétation des résultats de ces analyses, le protocole expérimental retenu introduisant des biais, comme par exemple le broyage qui peut accroître ou diminuer la minéralisation de l'azote par rapport à ce qu'elle serait sur le produit non broyée, l'ajout d'azote minéral dans chaque échantillon mis à incuber, ou le choix de la terre mélangée avec l'engrais organique.

### 2.2 La question de l'extrapolation au champ des résultats de laboratoire

Même si des outils de caractérisation au laboratoire existent, il est toujours difficile d'extrapoler les résultats obtenus en conditions contrôlées aux conditions de plein champ. Par exemple si les techniques d'incubation mise en œuvre pour mesurer le potentiel de minéralisation de l'azote organique donnent des valeurs différentes pour la vinasse, la farine de plumes, un engrais de formulation 11-6-2, des fientes, les résultats obtenus au champ sur les 55 essais cités plus haut ne montrent aucune différence significative entre ces 4 types d'engrais organiques (Billy, 2008).

### 2.3 Des pertes après épandage ?

Dans les essais réalisés au CREAB dans le cadre du programme FertiagriBio (Prieur et Justes, 2007), les rendements supérieurs obtenus avec des vinasses en comparaison d'une farine de plumes sont peut-être dus en partie à l'hypothèse, non vérifiée, d'une volatilisation d'ammoniac qui serait plus importante avec la farine de plumes.

### 2.4 Des outils à développer

La contribution des engrais organiques à la nutrition azotés des grandes cultures en système biologique nécessite de connaître les autres sources d'azote et le potentiel de rendement de la culture. Il est donc nécessaire d'inclure le raisonnement des apports d'engrais organiques dans une approche globale du système de production, en utilisant les références locales, et

les outils classiques comme la mesure des reliquats sortie hiver (RSH), mesure rarement réalisée dans les fermes en agriculture biologique.

Enfin la prise de décision d'achat ou d'épandage d'un engrais organique est au final principalement d'ordre économique. Des outils, sur le modèle de celui proposé par la chambre d'agriculture de Seine-et-Marne (Billy, 2008), qui prennent en compte à la fois des données agronomiques (types de sols, précédents, mesure de RSH, etc.) et à la fois des critères économiques (prix de l'unité azote de l'engrais organique, prix des céréales), sont donc à développer.

## 2.5 Prendre en compte les facteurs limitants

Les outils évoqués précédemment doivent prendre en compte un certain nombre de facteurs limitants identifiés comme pouvant freiner la minéralisation de l'azote organique de l'engrais, ou l'utilisation de l'azote minéralisé par la plante. Citons par exemple la pression des adventices, les accidents climatiques, un accident au niveau de la structure du sol. L'impact de ces différents facteurs limitants est mal connu et des références régionales sont à acquérir pour mieux pouvoir les prendre en compte.

## **CONCLUSION**

Des besoins d'expérimentations et de recueils de données sont nécessaires à différents niveaux pour mieux utiliser les engrais organiques azotés en grandes cultures biologiques :

- continuer de caractériser les engrais organiques au laboratoire (fractionnement biochimique, minéralisation) ;
- améliorer l'extrapolation des données de laboratoire aux conditions de plein champ ;
- perfectionner les outils d'aide à la décision et les rendre opérationnel ;
- perfectionner ces outils nécessite d'acquérir des références régionales, notamment pour mieux appréhender les principaux facteurs limitants.

En parallèle de ces travaux sur les engrais organiques, il est nécessaire de poursuivre et porter les efforts de recherche et de diffusion des résultats concernant la contribution des reliquats de cultures de légumineuses à la fourniture d'azote en systèmes de grandes cultures biologiques sans élevage. En effet il a été montré, notamment avec les travaux du CREAB, que le précédent légumineuse est le levier le plus efficace pour fournir l'azote aux céréales de printemps en agriculture biologique.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Billy Lise, 2008. Mise en place d'un outil de gestion de l'azote pour le blé tendre en système de grandes cultures biologiques en zone centre. Mémoire de fin d'études d'ingénieur de l'ENITA de Clermont-Ferrand, 66 pages.
- Prieur L., Justes E., 2007. Disponibilité en azote provenant de précédent légumineuse, de culture intermédiaire et d'engrais organique – conséquences sur le rendement et la teneur en protéines du blé tendre d'hiver. Actes de la journée de restitution du programme Fertiagribio, 2 février 2007, pp. 30-37.





# MISE EN PLACE D'UN OUTIL DE GESTION DE L'AZOTE POUR LE BLE TENDRE EN SYSTEME DE GRANDES CULTURES BIOLOGIQUES EN ZONE CENTRE

**Lise Billy**

Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne  
418, rue Aristide Briand - 77350 Le Mée-sur-Seine - 01 64 79 31 26  
lise.billy@seine-et-marne.chambagri.fr

## RESUME

Cette étude a pour objectif de mettre au point un outil de gestion de l'azote en blé biologique fiable et facilement utilisable. En effet, d'importantes interrogations se posent quant à l'utilisation des engrais organiques au printemps qui sont souvent apportés systématiquement et sont de plus en plus chers. Ce travail a permis de mieux appréhender leur efficacité (selon le type de produit et la date d'apport). Les situations les plus favorables à l'efficacité agronomique et économique d'une dose de 60 UN/ha au tallage de ces produits ont ensuite été caractérisées. Cette étude a mis en évidence l'impact du type de sol, des facteurs limitants et du RSH sur l'efficacité de ces engrais. Dans la plupart des cas, ces engrais organiques ne sont pas rentables.

Ainsi, une meilleure connaissance du rendement réalisable sans apport suivant la situation de la parcelle permettrait d'aider au choix de fertiliser ou non. Une méthode permettant d'établir un rendement prévisionnel en blé biologique a donc été mise au point. Pour cela, les fournitures du sol ont été estimées de manière plus fiable grâce à un nouveau modèle estimant la minéralisation de l'humus. La comparaison avec l'azote absorbé a permis d'estimer la valorisation de l'azote par la plante en fonction des facteurs limitants. Un coefficient de besoin en azote du blé biologique a ensuite été estimé afin d'en déduire un prévisionnel de rendement.

La connaissance du rendement potentiel de la parcelle ainsi que de l'efficacité estimée de 60 UN/ha au tallage permettent de mieux raisonner la fertilisation et ainsi favoriser des systèmes rentables et durables.

## INTRODUCTION

Dans le cadre du programme ONIGC « Demain la bio en grandes cultures dans la zone Centre » (programme d'expérimentation bio qui rassemble les régions Ile-de-France et Centre), une étude a été menée par l'ITAB et la Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne. L'objectif de l'étude était la mise au point d'un outil de gestion de l'azote en blé biologique, fiable et facilement utilisable par les agriculteurs biologiques.

D'importantes interrogations se posent en effet quant à l'utilisation des engrais organiques au printemps sur les cultures de blé tendre biologique. Un état des lieux préalable a permis de cerner les problématiques et fait apparaître que ces engrais sont souvent apportés de façon systématique, sans connaissance de leur efficacité, alors qu'ils coûtent de plus en plus chers et que leur disponibilité diminue.

Cette étude a été mise au point à partir de résultats d'essais collectés principalement en régions Ile de France et Centre, et ne concerne donc que les situations pédo-climatiques les plus courantes dans ces deux régions. Elle est basée sur la caractérisation de la situation de la parcelle avec notamment l'identification des facteurs limitants.

L'étude s'est déroulée en deux étapes :

- **l'efficacité agronomique et économique** des apports de 60 unités d'engrais organiques au printemps a été évaluée à partir des résultats d'essais collectés en

- zone centre, ce qui a permis d'identifier les situations de bonne ou mauvaise rentabilité prévisible des apports,
- puis, une **méthode d'estimation du rendement réalisable du blé**, sans apport exogène, a été proposée afin d'aider les producteurs dans leur prise de décision de fertiliser ou non.

Pour chacune des deux étapes de l'outil, la méthodologie suivie et les résultats obtenus au cours de l'étude en zone Centre sont présentés.

## **1 DETERMINATION DE L'EFFICACITE AGRONOMIQUE ET ECONOMIQUE D'UN APPORT DE 60 UN/HA AU PRINTEMPS**

### 1.1 Analyse des essais

55 essais ont été collectés, principalement en zone Centre (17 essais hors zone Centre : Oise, Gers et Drôme). Les protocoles de ces essais étaient très variés, et des choix ont dû être réalisés pour le traitement de leurs résultats.

La modalité la plus souvent rencontrée était un apport de 60 UN/ha au tallage. Il était difficile de déterminer l'efficacité des autres doses testées puisqu'elles n'étaient représentées que dans peu d'essais. Ce sont donc les résultats d'essais obtenus pour cette dose à 60UN/ha qui ont permis de définir les conditions d'efficacité de l'apport.

A noter qu'aucune différence significative d'efficacité sur le rendement et le taux de protéines n'a été observée entre les engrais organiques testés (fientes, vinasses, farine de plumes, guano). Ainsi, le facteur « produit » n'a pas été pris en compte.

50 % des essais ont été réalisés avec la variété Renan et les autres essais avec des variétés différentes. Ainsi, les données existantes par variété sont peu nombreuses et donc inexploitable à la variété. Ce facteur variété n'a donc pas non plus été pris en compte dans le traitement des essais. Ce choix repose aussi sur le fait que la variation des besoins en azote entre variétés est a priori suffisamment faible compte tenu de la précision attendue dans l'outil (de l'ordre de plus ou moins 5 q/ha).

Les rendements et les taux de protéines obtenus en témoin et avec un apport de 60 UN/ha au tallage ont été comparés statistiquement.

La différence entre le rendement du témoin et celui avec l'apport de 60UN/ha, même si elle est significative, est en moyenne de 6 q/ha, ce qui reste relativement faible. Ceci pose des questions quant à la rentabilité de l'apport compte tenu du prix des engrais organiques.

En prenant les essais individuellement, on constate que **l'efficacité agronomique** de l'apport est significative :

- dans 42 cas sur 58 pour le rendement, soit 70% des cas environ
- dans 17 cas sur 58 pour le taux de protéines, soit 30% des cas environ.

Si l'on effectue des calculs de **l'efficacité économique des apports** sur chacun de ces essais, alors :

- avec les prix moyens des engrais organiques (1,5 €/UN) et du blé (26,5 €/q) sur la période 2005-2007 en Ile de France, **moins de 50 % des apports sont rentables**,
- si l'on ajoute le coût de l'épandage, **moins de 30% des apports sont rentables**.

L'augmentation des prix des engrais organiques à laquelle on assiste actuellement, ne fait que diminuer l'efficacité économique des apports, l'augmentation du prix du blé n'étant pas suffisante pour compenser cette augmentation de coût.

**Ainsi la situation de chaque essai doit être caractérisée afin de mettre en évidence les situations favorisant ou non l'efficacité du produit et sa rentabilité.**

## 1.2 Caractérisation de la situation de chaque essai

On entend par caractérisation de la situation de chaque essai l'identification de deux critères :

- le type de sol
- la présence éventuelle de facteurs limitants.

### 1.2.1 *Types de sol et classe de minéralisation (M)*

La classification comportementale des sols de Seine-et-Marne a servi de référence pour ce travail (Aubert et al, 2005). Elle est basée sur une caractérisation au toucher et sur les propriétés des sols définies à dire d'exploitants et d'experts.

Chaque essai a donc été placé dans l'un des types de sol de cette classification, et il a ainsi été possible de classer son potentiel de minéralisation au sein de 3 classes (1 à 3).

La figure 1 présente les types de sol rencontrés dans les essais traités, leur potentiel et leur classe de minéralisation.

**Figure 1. Classes de minéralisation (M) en fonction du type de sol.**

Type de sol	Potentiel du sol	Classe de minéralisation (M)
Limon sableux	Moyen	1
Limon battant profond	Elevé	2
Limon argileux profond	Elevé	2
Argilo-calcaire semi-profond	Elevé	2
Limon argileux semi-profond	Elevé	2
Sable argileux	Elevé	2
Limon battant très profond	Très élevé	3
Limon calcaire profond	Très élevé	3
Limon francs très profond	Très élevé	3
Limon argileux vrai	Très élevé	3

### 1.2.2 *Facteurs limitants (FL)*

Les facteurs limitants pris en compte dans l'étude sont :

- le climat,
- la structure du sol,
- les mauvaises herbes,
- le peuplement,
- les maladies et ravageurs.

Afin de prendre en compte ces facteurs limitants et en particulier leur impact sur les résultats de la parcelle, 3 classes ont été distinguées :

- **Absence** de facteurs limitants ou facteurs limitants ayant un impact faible (**FL = 0**)
- Facteurs limitants pouvant avoir un impact **moyen** sur le rendement (**FL = 1**) : climat, structure du sol resserrée, enherbement moyen, maladie ou ravageurs, faible peuplement.
- Facteurs limitants pouvant avoir un impact **fort** sur le rendement (**FL = 2**) : problème de travail du sol, fort enherbement, forte sécheresse... ou bien la combinaison de plusieurs facteurs d'importance moyenne.

Figure 2. Niveaux indicatifs de facteurs limitants

Type de facteur limitant	Niveau indicatif de facteur limitant	
	Moyen 1	Fort 2
<b>Climat</b>	Voir tableau suivant	
<b>Structure du sol (à la bêche !)</b> Sols humides  Sols séchants	Resserré : arêtes de 1 à 2 cm lorsque l'on casse les mottes  Sol trop aéré : les racines explorent mal le profil	Compactés : arêtes de 2 à 4 cm lorsque l'on casse les mottes, les racines ne pénètrent plus  Sol trop aéré et matière organique en fond de raie : les racines ne passent plus
<b>Adventices</b> Graminées (tallage) Matricaires (rosettes 8-10 cm) Sanves (rosettes 10-20 cm)	80 pieds/m <sup>2</sup> 80 pieds/m <sup>2</sup> 50 pieds/m <sup>2</sup>	> 200 pieds/m <sup>2</sup> 200 pieds/m <sup>2</sup> 130 pieds/m <sup>2</sup>
<b>Peuplement</b>	<180 pieds/m <sup>2</sup>	<100 pieds/m <sup>2</sup>
<b>Maladies / ravageurs</b>	Non prévisible Sauf variété ou site sensible, ou dégâts déjà causés, cf facteur limitant le peuplement (exemple mouche grise)	

Facteur limitant climat :

Année climatique (pluviométrie hivernale)	Excédentaire sans ressuyage	Excédentaire avec ressuyage	Equilibrée	Déficitaire
<b>Type de sol</b>	<b>Niveau de facteurs limitant</b>			
Limon sableux	2	2	1	1
Limon battant profond	2	0	0	0
Limon argileux profond	1	0	0	0
Argilo-calcaire semi-profond	0	0	0	1
Limon argileux semi-profond	1	0	0	0
Limon battant très profond	0	0	0	0
Limon calcaire profond	0	0	0	0
Limon franc très profond	0	0	0	0
Limon argileux vrai	0	0	0	0
Sable argileux	0	0	0	0

### 1.3 Capacité de Valorisation des Engrais Organiques (CVEO)

La bonne valorisation de l'engrais organique par la culture dépend à la fois de sa minéralisation dans le sol (et donc de la quantité d'azote qu'il peut libérer) et de la capacité de la plante à absorber l'azote qu'il libère.

Cette valorisation est caractérisée par un paramètre défini au cours de l'étude et appelé « Capacité de Valorisation de Engrais Organiques » ou CVEO, qui prend en compte la capacité de minéralisation du sol (selon 3 classes) et les facteurs limitant éventuellement la valorisation de l'apport par la culture.

En effet, la présence d'un facteur limitant moyen ou fort a un impact sur la capacité de la culture à valoriser l'azote des engrais organiques : tout facteur ayant un impact sur la capacité de minéralisation du sol limite aussi la minéralisation des engrais organiques et donc la libération d'azote pour la plante. De même, tout facteur limitant l'absorption d'azote par la culture (pression maladie ou ravageur, faible peuplement ou forte pression adventices



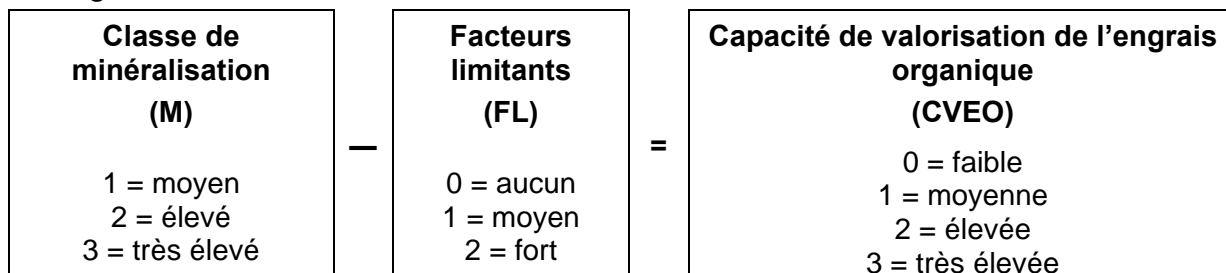
qui absorbent une partie de l'azote), limite aussi la valorisation de l'engrais organique par la culture.

Ainsi, lorsqu'un facteur limitant moyen est identifié, la minéralisation du sol diminue, et la CVEO est donc inférieure d'un point à la classe de minéralisation initiale. Un facteur limitant fort fait perdre 2 points.

On a donc la définition suivante :

CVEO = Classe de minéralisation (M) – Classe de Facteurs Limitants (FL)

**Figure 3. Calcul de la CVEO**



NB : Si CVEO = -1 par calcul, on considère qu'elle est égale à 0.

*Exemple : une parcelle de blé avec un sol du type « limon argileux » profond est considérée comme ayant un potentiel élevé et correspond donc à une Classe 2 de minéralisation. Or, si une densité remarquable d'adventices est déterminée au printemps, cette Classe 2 de minéralisation du sol va perdre un point pour se situer dans une classe 1 de CVEO.*

#### 1.4 Mise en évidence de l'importance du RSH

L'analyse des résultats a montré une relation entre l'efficacité de l'apport de 60 UN/ha (en quintaux gagnés par hectare) et le RSH (en UN/ha) pour chaque CVEO. La synthèse de ces résultats a permis d'obtenir le tableau suivant :

**Figure 4. Efficacité d'un apport de 60UN/ha sur le rendement en fonction de la CVEO et du RSH.**

CVEO	0 Faible	1 Moyenne			2 Elevée				3 Très élevée			
		0-45	45-80	>80	0-45	45-80	80-115	>115	0-45	45-80	80-115	>115
<b>Classe de RSH en UN/ha</b>		0-45	45-80	>80	0-45	45-80	80-115	>115	0-45	45-80	80-115	>115
<b>Niveau d'efficacité sur le rendement</b>	0	(++)	(+)	0	(+++)	(++)	(+)	0	(+++)	(+++)	(++)	(+)
<b>Gain en q/ha pour 60 U apportées</b>	0 à 2,5	5,5 à 8,5	2,5 à 5,5	0 à 2,5	> 8,5	5,5 à 8,5	2,5 à 5,5	0 à 2,5	> 8,5	> 8,5	5,5 à 8,5	2,5 à 5,5

Ce tableau final permet de connaître rapidement le gain en quintaux par hectare qu'il est possible d'espérer en fonction de la CVEO et du RSH.

#### 1.5 Détermination de la rentabilité des engrais organiques

Un apport efficace au niveau agronomique ne l'est pas nécessairement au niveau économique. Les engrais organiques sont plus ou moins coûteux selon le type de produit. Ainsi, il est important de présenter les résultats en fonction du prix du blé et du prix de l'unité d'azote, ces deux paramètres étant très variables localement et dans le temps.

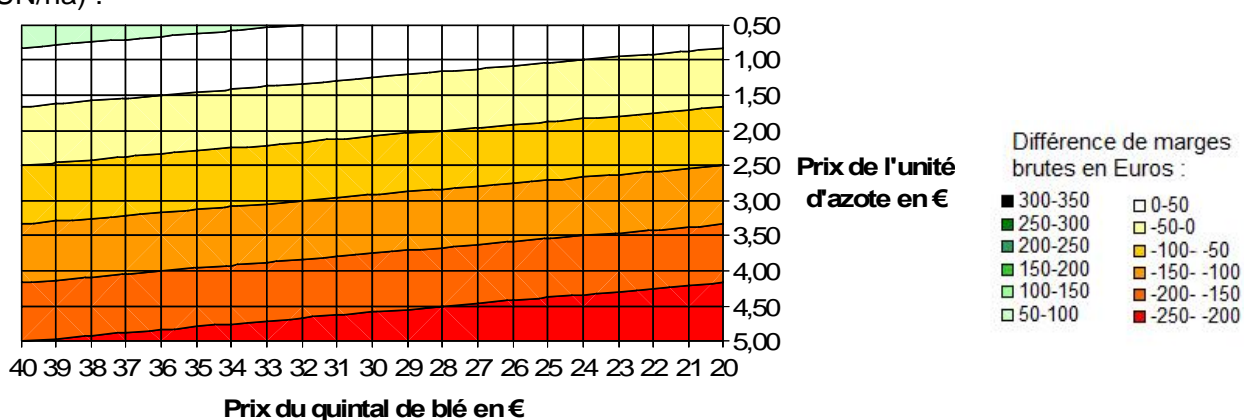
Les différences de marges brutes entre une parcelle témoin et une parcelle ayant reçu un apport de 60 UN/ha ont été calculées de la manière suivante :

$$\begin{aligned} & \text{Différence de marges Brutes (en €/ha)} \\ & = \\ & \text{Prix de vente du blé (en €/q) x Nombre de quintaux gagnés (2,5 ; 5,5 ou 8,5 q/ha)} \\ & - \\ & \text{Prix de l'unité d'azote (en €/UN) x 60 UN/ha} \end{aligned}$$

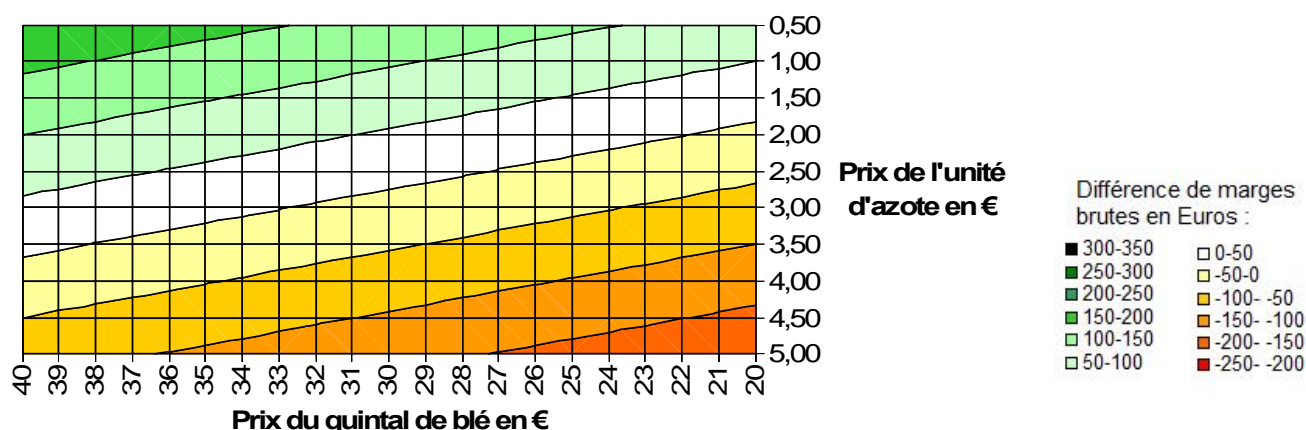
Des graphiques en trois dimensions ont permis de figurer les résultats sur la marge brute d'un apport d'engrais organique suivant son prix et celui du blé, pour chaque niveau d'efficacité (0 à (+++), soit de 2,5 à 8,5 q/ha) (cf. figure 5).

**Figure 5. Rentabilité des apports d'engrais organiques**

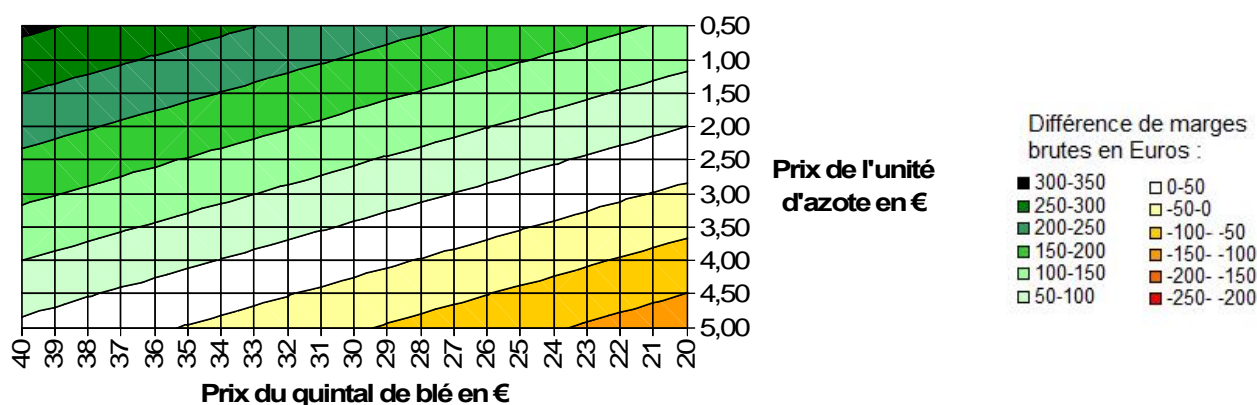
Différence de marges brutes en euros par hectare pour un gain de 2,5q/ha (apport de 60 UN/ha) :



Différence de marges brutes en euros par hectare pour un gain de 5,5q/ha (apport de 60 UN/ha) :



Différence de marges brutes en euros par hectare pour un gain de 8,5q/ha (apport de 60 UN/ha) :



Les résultats montrent qu'un apport de 60 UN/ha n'est pas rentable dans un grand nombre de situations. L'intérêt de bien définir la situation de la parcelle et de raisonner les apports est ici mis en évidence. L'efficacité des engrais organiques est fortement dépendante d'un grand nombre de facteurs dont on connaît les caractéristiques au moment de l'apport, c'est-à-dire de la situation pédo-climatique et de la présence de certains facteurs limitants. D'autres facteurs non prévisibles, comme la météo suivant l'apport, peuvent aussi affecter l'efficacité de l'apport. Cependant les résultats obtenus ici restent cohérent sans prendre en compte ces facteurs tardifs, ce qui laisse à penser qu'ils ont eu une influence moindre sur l'efficacité des apports dans les essais traités.

## 2 ELABORATION D'UNE METHODE DE CALCUL DU RENDEMENT REALISABLE

Le calcul du rendement réalisable dans la parcelle avant apport peut servir d'indicateur afin de faciliter la prise de décision. En intégrant les facteurs limitants, il permet de mieux juger de l'intérêt de fertiliser. Connaître le rendement qu'il est possible d'atteindre avec l'azote déjà présent dans le sol permet déjà de savoir si le niveau potentiel est satisfaisant ou non et si l'on souhaite l'augmenter avec un apport éventuel, compte-tenu des risques liés à la fertilisation comme par exemple l'augmentation de la densité d'adventices.

### 2.1 Méthodologie

Cette évaluation du rendement réalisable de la parcelle dans la situation donnée de l'année est basée sur la méthode du bilan classique. Cependant, l'objectif ici, n'est pas – contrairement à l'utilisation habituelle de la méthode du bilan – de calculer une quantité d'azote à apporter pour un objectif de rendement fixé, mais de connaître dans un premier temps le rendement réalisable avec les fournitures du sol seulement. Ensuite, si ce rendement réalisable ne semble pas satisfaisant, il faut déterminer l'intérêt d'un apport d'engrais organiques et calculer le cas échéant la dose à apporter.

Voici les équations utilisées pour le calcul du rendement réalisable :

$$\text{Rendement réalisable de la parcelle} = \frac{\text{Quantité d'azote absorbable par la culture (UN/ha)}}{\text{Coefficient de besoin en azote du blé biologique } b_0 \text{ (UN/q)}}$$

Avec :

Quantité d'azote absorbable par la culture = Fournitures du sol (FS en UN/ha) x % d'absorption de l'azote en fonction des facteurs limitants

Deux paramètres nouveaux de cette équation ont été définis au cours de l'étude :

- % absorption de l'azote en fonction des facteurs limitants
- Coefficient de besoin en azote du blé biologique  $b_0$  (sans apport d'engrais organique)

## 2.2 Détermination du pourcentage d'absorption de l'azote en fonction des facteurs limitants

Pour connaître le pourcentage moyen d'absorption par la culture de l'azote fourni par le sol en fonction des facteurs limitants, il a d'abord fallu calculer le ratio entre l'azote absorbé et les fournitures en azote du sol pour chaque essai, puis établir des moyennes par classe de facteurs limitants.

### 2.2.1 *Calcul de l'azote absorbé*

Une analyse Azote Dumas à la récolte permet de déterminer précisément la quantité d'azote absorbé (Méthode 1). Cependant cette donnée n'était pas disponible pour tous les essais. Une 2<sup>ème</sup> méthode, basée sur un calcul à partir des résultats en rendement et en protéines du blé, a donc été testée (Méthode 2, voir figure 6).

**Figure 6. Calcul de l'azote absorbé en fonction du taux de protéines et du rendement.(ITAB, 2001).**

N grain = Rendement x teneur en protéines x 0,85 /0,57	Rendement en q/ha à 15% d'humidité
N partie aérienne = ( Ngrain x 1,3997) – 2,4075	Teneur en protéines en %
N absorbé par culture = 1.25 x N partie aérienne	N absorbé en unité/ha

Les deux méthodes ont été comparées sur les essais où les mesures d'Azote Dumas étaient disponibles. Aucune différence significative entre les résultats des deux méthodes n'a été observée (test de Newman Keuls à 5%).

La méthode 2 a donc été utilisée sur l'ensemble des essais, et a permis d'utiliser les résultats même lorsque l'analyse Azote Dumas n'avait pas été réalisée.

### 2.2.2 *Calcul des fournitures du sol (FS)*

Rappel :

FS = Minéralisation de l'humus + RSH + Effet du précédent + Azote déjà absorbé par la culture pendant l'hiver + Effet des apports de matières organiques + Effet des CIPAN. (Meynard, 1996).

Pour chaque essai, les fournitures du sol ont d'abord été calculées d'après les chiffres présentés dans la méthode du bilan classique proposée par la Chambre d'Agriculture de Seine et Marne et ses partenaires.

Ces calculs ont ensuite été utilisés pour calculer le % d'absorption. Mais dans un certain nombre de cas (24%), la quantité d'azote absorbé par le blé était supérieure aux fournitures totales du sol, ce qui conduit à conclure que les données habituelles de la méthode des bilans sous-estiment les fournitures d'azote réelles du sol.

Un nouveau modèle de minéralisation de l'humus a été élaboré et calculé par M. Valé (2007) et Jean-Pierre Cohan (Arvalis) a ainsi pu réestimer les valeurs de minéralisation de l'humus sur la période 1<sup>er</sup> février – 30 juin de chaque essai. Ce nouveau modèle est encore en cours de validation, mais il a permis d'établir des références plus cohérentes avec les valeurs d'azote absorbées constatées.

**Figure 7. Moyennes de minéralisation de l'humus en fonction du type de sol obtenues par le modèle de Valé.**

Type de sol (nombre d'essais)	Minéralisation selon le modèle de Valé (en UN/ha)
Limon argileux profond (13)	110
Limon battant profond (12)	100
Limon calcaire profond (2)	100
Limon sableux (2)	50

### 2.2.3 Calcul du pourcentage d'absorption de l'azote en fonction des facteurs limitants

Le ratio entre l'azote absorbé calculé (méthode 2) et les fournitures du sol (avec les minéralisations selon M. Valé) a été calculé pour établir le pourcentage d'absorption par le blé biologique de l'azote fourni par le sol pour chaque essai.

En fonction des facteurs limitants identifiés sur chaque essai, une moyenne de pourcentage d'absorption a pu être établie pour chaque classe de facteur limitant (figure 8).

**Figure 8. Pourcentage d'azote absorbé en fonction des classes de facteurs limitants.**

Facteur limitant	0 (Faible)	1 (Moyen)	2 (Fort)
% d'absorption	70 %	50 %	25 %
<i>Ecart-type</i>	6.2 %	8.3 %	5.4 %

### 2.3 Détermination du coefficient de besoin en azote du blé biologique (Coefficient $b_0$ )

Ce coefficient définit la quantité d'azote nécessaire à la production d'un quintal de blé biologique. Il est calculé en divisant l'azote absorbé par le rendement des essais. Il concerne les cultures n'ayant pas reçu d'apports organiques.

Dans un premier temps, un coefficient  $b_0$  moyen a été calculé. La moyenne obtenue est de **2,75 UN/q** de blé biologique (Ecart-type de 0,35).

Les droites de corrélation montrent une indépendance du coefficient  $b_0$  vis-à-vis du rendement mais montrent une tendance à être corrélé avec le RSH.

Dans un deuxième temps, le coefficient  $b_0$  a donc été calculé en fonction de la classe de RSH afin de voir par la suite si cette tendance peut apporter plus de fiabilité dans cette étude.

Les coefficients  $b_0$  obtenus en fonction de la classe de RSH sont présentés en figure 9.

**Figure 9. Coefficient  $b_0$  en fonction de la classe de RSH.**

Classe de RSH	1 (de 0 à 45 UN/ha)	2 (de 45 à 80 UN/ha)	3 et 4 (de 80 à 115 et >à 115 UN/ha)
Coefficient $b_0$	2.45 UN/q	2.7 UN/q	2.9 UN/q
<i>Ecart-type</i>	0.24	0.25	0.32

L'ensemble des paramètres de l'équation du rendement réalisable ont ainsi été établis et ont permis la mise en place d'une plaquette destinée aux agriculteurs.

### 2.4 Comparaison entre le rendement réalisable et le rendement réel

La comparaison des rendements réalisables avec les rendements réellement obtenus permet de vérifier la fiabilité de l'outil.

L'utilisation d'un coefficient  $b_0$  moyen (2,75UN/q) et d'un coefficient  $b_0$  variable en fonction du RSH ont été testées afin de déterminer dans quel cas la fiabilité peut être la plus importante.



Cette étude a montré que la corrélation entre le rendement réel et le rendement estimé est meilleure en utilisant un coefficient  $b_0$  variable. Le  $R^2$  obtenu est de 0,82 contre 0,74 en utilisant un coefficient  $b_0$  moyen.

Le RMSE calculé pour la comparaison du rendement réel et du rendement estimé avec un  $b_0$  variable est de 2,5 q/ha, ce qui est faible (pour une moyenne de rendement autour de 40 q/ha) et montre la pertinence du calcul du rendement réalisable.

Le rendement réalisable est en moyenne surestimé. L'erreur est réduite en lui enlevant 2,5 quintaux. La différence entre le rendement réel et réalisable est alors non significative.

## **PERSPECTIVES**

Cet outil est un premier bilan des différents essais réalisés. Certains paramètres devront être précisés, notamment le référentiel des facteurs limitants. Il serait nécessaire d'estimer la nuisibilité des adventices en fonction de son espèce, de sa densité et de son stade, l'enherbement étant une problématique importante en Agriculture Biologique.

Pour augmenter la précision de l'outil, il serait aussi important de réévaluer d'autres paramètres du calcul des fournitures du sol. L'effet précédent est notamment un point important, mais peu de références chiffrées sont disponibles.

Cette méthode, pour être validée, devra être testée sur un plus grand nombre d'essais pour ces mêmes situations, mais aussi pour des situations pédo-climatiques différentes.

L'outil actuel permet cependant de donner une indication relativement fiable de l'état azoté de la parcelle et permet à l'agriculteur de prendre plus facilement la décision de fertiliser ou non. L'outil est aussi simple d'utilisation, il nécessite cependant de connaître le RSH qui est une donnée fondamentale dans la mise en place de la méthode.

Ces travaux ont été financés par l'ITAB et l'ONIGC.

# ENGRAIS VERTS : ATOUS ET CONTRAINTES EN GRANDES CULTURES BIOLOGIQUES

*Jérôme Labreuche*  
**ARVALIS – Institut du végétal**  
*j.labreuche@arvalisinstitutduvegetal.fr*

*Avec l'appui de : Pierre MENU (CA 80), Gilles SALITOT (CA 60), Alain LECAT (CA 59), Patrice MORAND (CA 26), Loïc PRIEUR (CREAB), Bertrand CHAREYRON (Réseau Bio Rhône-Alpes), Charlotte GLACHANT (CA 77), Claude AUBERT (CA 77).*

## **1 DES COUVERTS AUX FONCTIONS MULTIPLES**

Tous les systèmes de culture, qu'ils soient biologiques ou non, s'interrogent sur l'introduction des couverts végétaux entre les cultures de vente. Différentes raisons peuvent en effet pousser les agriculteurs à en implanter :

- **Limiter les fuites de nitrates,**
- **Améliorer l'autonomie en azote de l'exploitation,**
- **Limiter l'érosion ou le développement des adventices,**
- **Favoriser l'activité biologique,**
- **Stocker de la matière organique et du carbone dans le sol**
- **Assurer une seconde récolte...**

Cette diversité de fonctions des plantes cultivées en interculture se traduit par une diversité de termes utilisés, traduisant l'objectif recherché :

- **Culture intermédiaire,**
- **Culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN),**
- **Couvert végétal,**
- **Culture dérobée,**
- **Engrais vert...**

L'engrais vert fait référence à la notion de fertilisation ou d'amendement du sol, en particulier en agriculture biologique où la disponibilité en azote est un réel facteur limitant.

En contrepartie, l'engrais vert va nécessiter des adaptations pour gérer au mieux les adventices et l'implantation de la culture suivante.

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

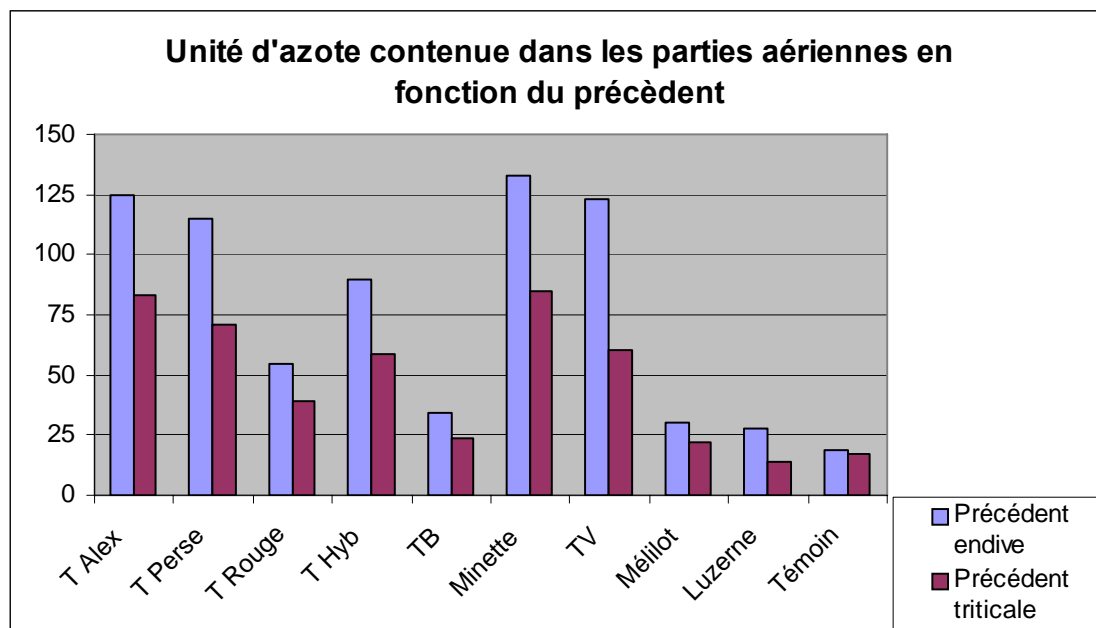
## **2 PREMIERE ETAPE : OBTENIR UN COUVERT DEVELOPPE**

Une des difficultés avec les légumineuses en interculture est d'obtenir un couvert suffisamment développé. A titre de comparaison, les crucifères permettent plus facilement d'obtenir un couvert développé (taux de levée, vitesse d'installation).

En intercultures courtes et avant une céréale d'hiver, le plus sûr moyen d'implanter une légumineuse est de le faire dès le printemps, sous couvert de la céréale. Un semis à la volée suivi d'un passage de herse étrille est conseillé vers fin tallage-début montaison. Les espèces à petites graines sont aptes à germer dans ces conditions : trèfles, luzerne, minette... Comme le montrent les résultats ci-dessous, ce sont les espèces à installation

rapide qui fixeront le plus d'azote avant une céréale : espèces annuelles (trèfles d'Alexandrie, de Perse ou incarnat ; minette), espèces pérennes à démarrage rapide (trèfles violet ou hybride).

Figure : azote absorbé par des couverts installés en avril sous avoine (source : CA59)



Pour des semis réalisés en été après une céréale à paille, les espèces de légumineuses adaptées évoluent. 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 (vesces, pois, féverole, lentilles, ...). 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.

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

Figure : Biomasse de légumineuses en % de la moyenne de 3 témoins (moutarde, radis, phacélie). (Source : Arvalis – Boigneville 2001 à 2008)

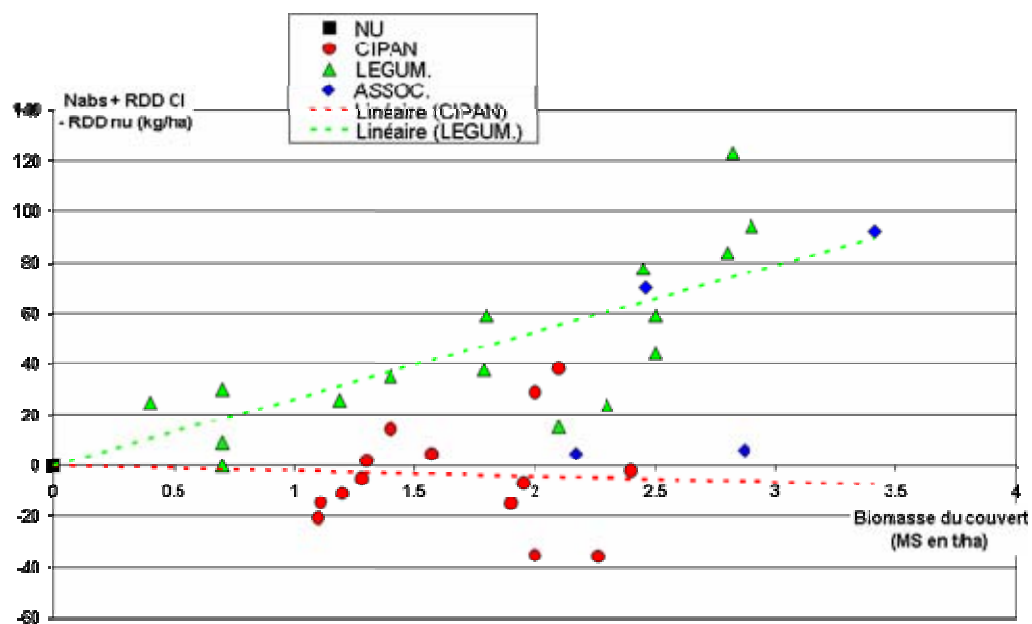
Commentaire : Les résultats sont à prendre comme des « tendances » car il n'y a pas de tronc commun.

Matière sèche en % de 3 espèces (moutarde, radis, phacélie)	Semis "précoce" (11-26/8)	Semis "tardif" (27/8 14/9)
Féverole de printemps	100	28
Féverole d'hiver	121	
Gesse cultivée	83	9
Pois de printemps	92	32
Pois potager	45	22
Pois fourrager	118	25
Trèfle d'Alexandrie	40	14
Trèfle incarnat	46	27
Soja / Haricot mungo	0	0
Lentille fourragère	91	60
Vesce commune	59	19
Vesce velue	46	
Vesce velue "pourpre"	122	34

### 3 UN EFFET FERTILISANT DES LEGUMINEUSES EN INTERCULTURE

Les légumineuses bien développées peuvent absorber en partie l'azote du sol et jouer un rôle de « CIPAN » (culture intermédiaire piège à nitrates). Elles sont surtout la particularité de piéger de l'azote de l'air par symbiose. Cela est illustré sur la figure ci-dessous où les légumineuses font apparaître un « excès de bilan » d'environ 80 unités pour un développement de 3 t/ha de matière sèche. Précisons qu'ici l'azote contenu dans les racines n'a pas été pris en compte.

**Figure : Bilan azoté en novembre derrière des couverts (azote plante + reliquat) comparé au sol nu (reliquat) (Source : essais Arvalis et FDGEDA 10).**



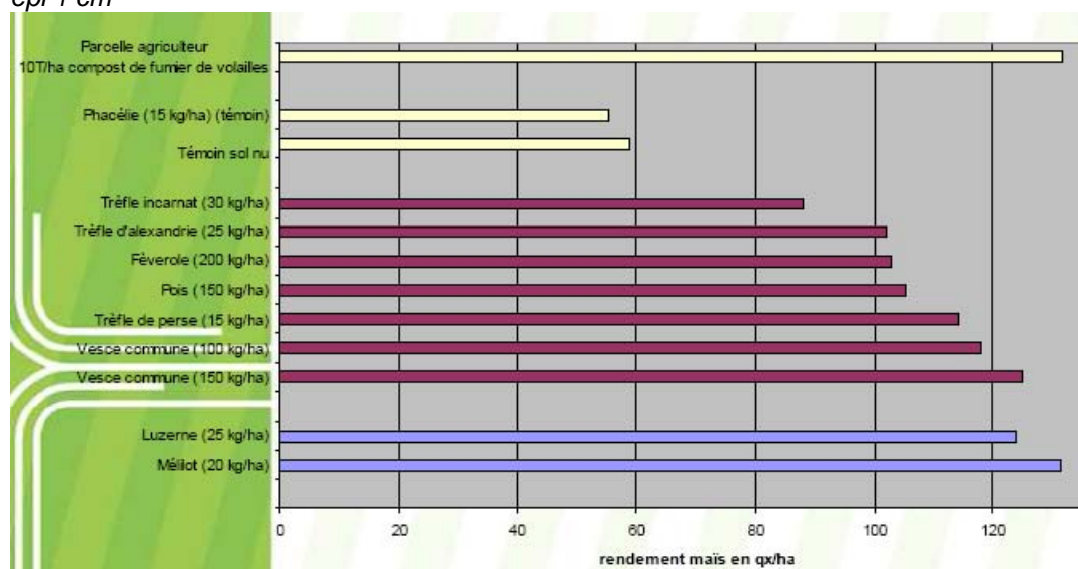
La capacité des légumineuses à fixer l'azote de l'air leur permet de se développer tout à fait correctement dans des situations où l'azote disponible est limité, ce qui n'est pas le cas des céréales ou crucifères. Autre conséquence, à la mort du couvert ou dans les mois qui suivent, des quantités d'azote plus ou moins fortes sont potentiellement disponibles pour la culture. Cela s'illustre ci-dessous avec les résultats des 2 essais.

**Figure : Impact de couverts de légumineuses sur le rendement de la culture suivante (source : CA Picardie).**

	Nombre épis/ m2	Hauteur fin juin (cm)	Rendement à 15	% protéines
Trèfle violet	756	75	73.8	9.8
Méililot	(565)	80	45.4	10
Sol nu	528	65	45.8	8.8

**Figure : Impact de couverts de légumineuses sur le rendement de la culture suivante (source : CA 26).**

En jaune : pratique agriculteurs et témoins ; en violet : semis de fin d'été ; en bleu : semis sous blé à épi 1 cm



#### **4 DES IMPACTS DES COUVERTS VARIÉS SUR LES ADVENTICES**

Vis-à-vis des pratiques traditionnelles où les sols nus étaient travaillés, laissant ainsi des possibilités de lutte mécanique contre les adventices, les couverts imposent de ne pas intervenir sur des périodes relativement longues. Ils vont également décaler dans le temps les périodes de travail.

Si la parcelle est fortement infestée de vivaces installées, il est conseillé de ne pas implanter de couvert pour privilégier une lutte mécanique contre les vivaces (passages multiples d'outils à socs larges en conditions sèches, voire labour).

Les résultats de la CA Picardie illustrent la complexité des impacts potentiels des couverts sur les adventices. Dans cet essai, un couvert difficile à détruire malgré le labour (méililot) peut devenir une adventice concurrentielle de la culture. Derrière sol nu, la pression rumex est beaucoup plus forte que derrière un couvert comme le trèfle violet. Si les couverts limitent les possibilités de faux semis, ils ont aussi une action de limitation du développement des adventices pour couverture du sol ou allélopathie.

Les couverts posent question vis-à-vis des conditions d'humidité du sol quant aux destructions mécaniques d'adventices. Ce travail de destruction mécanique s'effectue fréquemment en été ou début d'automne sur sol nu afin de détruire des adventices ou repousses. Les couverts décalent ces interventions à une date plus tardive (automne-hiver) avec des humidités de sol plutôt élevées, rendant ainsi difficile la destruction mécanique d'adventices, repousses ou adventices en particulier chez les producteurs biologiques souhaitant réduire l'usage de la charrue.

**Figure : Impact des couverts sur la pression rumex (source : CA Picardie).**

1 – méliot sous couvert blé –juin 2007

2- méliots sur orge printemps juin 2008



3. parcelle orge (sol nu)

4. parcelle orge (trèfle violet)



## **5 DES COUVERTS A DETRUIRE SELON LA CULTURE SUIVANTE ET LE TRAVAIL DU SOL**

Des préconisations ont été établies afin de décider de la date de destruction du couvert à envisager. Elles varient en fonction de la culture et du type de sol. Avant les cultures de printemps, de manière générale, une destruction deux mois avant le semis est un bon point de repère. Ce délai doit cependant être ajusté en fonction du travail du sol choisi, de la texture du sol et des conditions de portance des sols en hiver. En non labour, des contraintes existent aussi pour détruire correctement le couvert et les adventices à des périodes où les sols sont peu propices aux destructions mécaniques.

**Tableau : Dates conseillées de destruction des couverts (source : Arvalis).**

Type de sol	Culture suivante		
	Blé, orge d'hiver	Betterave, Orge, pois et féverole de printemps	Maïs, tournesol
Limon sain, craie, sable			Février (au plus tard, début mars)
Limon argileux Sol argilo-calcaire	Juste avant le semis	Dès le 15 novembre	Labour : dès le 15 novembre Non labour : entre le 15/11 et début février selon climat et ressuyage
Sol argileux			Dès le 15 novembre





# FICHE TECHNIQUE : IMPLANTER UNE LEGUMINEUSE SOUS COUVERT DE CEREALES : UN PIEGE A NITRATES A DOUBLE EFFET

Cette fiche sur l'implantation de légumineuses sous couvert de céréales a été rédigée dans le cadre des activités du Réseau Mixte Technologique Développement de l'Agriculture Biologique (RMT DévAB). De nombreuses autres fiches sur les principes de l'AB et des pratiques spécifiques à ce mode de production sont en cours d'élaboration ; elles seront en ligne d'ici juin 2009. Pour plus d'information : [www.devab.org](http://www.devab.org)

**Rédacteur :** Gilles Salitot (CA 60)

**Relecteurs :** Bertrand Chareyron (CA 26), Jean Luc Giteau (CA 22), Joseph Pousset (consultant), Florian Celette (ISARA-Lyon), Claude Aubert (CA 77), Jean Arino (CA 32)



CA 60

## PROBLEMATIQUE/CONTEXTE

De nombreuses études ont déjà mis en évidence les intérêts agronomiques des engrais verts pendant la période de l'interculture. Malheureusement aujourd'hui peu d'agriculteurs mettent en place cette pratique pour des raisons économiques. Hors, les systèmes « grandes cultures » bio reposent le plus souvent sur la gestion d'apports organiques. La libération de cet azote ne coïncide que partiellement aux besoins des cultures et contribue à augmenter le stock d'azote organique des sols. A l'automne, dans les conditions climatiques du Nord de la France, le processus de minéralisation dans le sol commence très vite. L'idéal est donc d'avoir un couvert présent dès la fin de l'été qui puisse jouer ce rôle de pièges à nitrates tout en restituant l'azote piégé pour la culture suivante.

## PRINCIPE GENERAL

La maîtrise de l'azote disponible pour les cultures biologiques est un enjeu essentiel. Afin de répondre aux besoins de l'agriculture biologique, comme l'autonomie des intrants, la qualité des produits (teneur en protéines des céréales) et la nécessaire gestion des risques de lixiviation des nitrates, l'enjeu est de proposer à court et moyen terme des techniques innovantes adaptées aux exploitations agricoles bio disposant de ressources limitées en azote organique.

## **OBJECTIF**

L'objectif final est de proposer des itinéraires techniques intégrant des semis de légumineuses permettant en agrobiologie de limiter le recours aux engrais organiques avant céréales et de bénéficier des avantages agronomiques liés à la présence des cultures intermédiaires – engrais verts (protection des sols, amélioration de la structure).

## **1 DESCRIPTION DES PRATIQUES**

**Plusieurs expériences ont été conduites en France sur la gestion des légumineuses à l'interculture. En voici, quelques illustrations :**

### **Patrice Morand (Chambre d'agriculture de la Drôme)**

« Le but de cette étude conduit entre 2001 et 2005 par la Chambre d'Agriculture de la Drôme est de pallier à un manque d'azote dans les systèmes céréaliers bio qui ne disposent pas ou peu de matières organiques. Les engrais verts sont insérés dans une rotation soja-blé-maïs, entre le blé et le maïs.

Nous avons testé une dizaine d'espèces de légumineuses fourragères, 4 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 (cultivé 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, avant l'implantation du maïs.

Les engrais verts qui sont semés sous couvert de blé, luzerne et mélilot, restent en place de mars à février, soit onze mois. Ils ont produit respectivement 4.4 et 6 T/ha de MS pour 115 et 184 unités d'azote en moyenne. Les engrais verts semés en fin d'été (vesce, pois, féverole, trèfles...) ont produit en 5 mois entre 2.7 et 4.7 T de MS, et fixé entre 80 et 148 kg d'azote.

En toute logique les couverts implantés tôt au printemps, 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 ».( voir figure 3 p. 3 )

### **Gilles Salitot (Chambre d'agriculture de l'Oise)**

« 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 ou avant une culture de printemps (interculture courte ou 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 T/ha de 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 ».

### **Jean Arino (Chambre d'agriculture du Gers)**

« Depuis 2001 en liaison avec le CREAB, nous avons étudié sur des sols de limon l'intérêt des engrais verts avant maïs, soja ou tournesol. Ces travaux ont permis de préciser, les conditions d'implantations à respecter, mais aussi de trier les espèces ou les associations d'espèces à retenir. Les rendements des engrais verts se sont échelonnés de 2 à 6 T de MS.

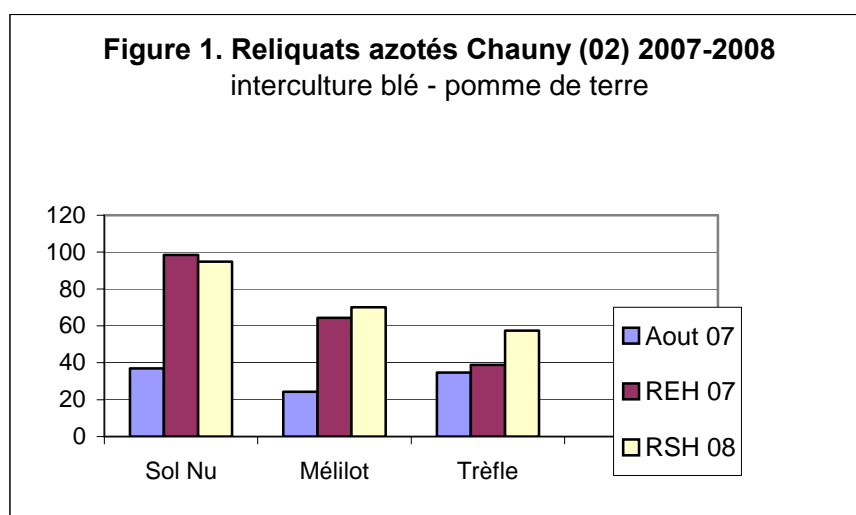
Par ailleurs en sol argilo calcaire, des essais d'implantation au printemps de trèfle violet, sous couverts de céréales d'hiver ont prouvé que dans le sud ouest, la climatologie pouvait être un facteur important d'échec de ces engrais verts, une année sur deux. Lorsque les implantations sont réussies ce sont 60 à 90 u. d'azote qui sont réorganisées dans le sol, au début de l'automne. Toutefois, la culture d'été implantée après un labour d'octobre ne pourra que faiblement bénéficier de l'effet fugace de l'engrais vert.

Enfin sur le site de DURAN GERS le CREAB a expérimenté de 1990 à 1996 des semis d'engrais verts d'été sous couverts de cultures d'été. Les conclusions limitent l'intérêt de ces légumineuses (trèfle blanc, violet, minette) fortement pénalisées par l'ombre portée par la culture principale (maïs irrigué, tournesol) : 25 à 30 u. pour 1.5 T de M.S. »

## **2 DES LEGUMINEUSES POUR PIEGER LES NITRATES**

Des travaux expérimentaux conduits en région Champagne, font état de l'aptitude des légumineuses à piéger l'azote minéral présent dans le sol au détriment du fonctionnement symbiotique racinaire (Thiebeau, 2001).

En Picardie, des mesures confirment le rôle piège à nitrates des légumineuses implantées au printemps. Sur sol nu, le reliquat post récolte évolue de 40 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 (graphique ci-joint). Les couverts sont incorporés en janvier. Il est possible de rapprocher ces résultats de ceux publiés par Arvalis Institut du Végétal (Le Souder et Labreuche, 2007). L'Institut technique présente 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.



## **3 DES LEGUMINEUSES POUR LUTTER CONTRE L'EROSION ET RESTRUCTURER LE SOL**

Pour lutter contre l'érosion, la culture intermédiaire 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) ou avec une incidence plus limitée (racines du trèfle). Après labour, nous

observons dans les limons les plus fragiles, un intérêt évident de la légumineuse – engrais vert sur l'état structural du lit de semences et la qualité des levées en conséquence.

### **Effet restructurant du mélilot à Gavrelles (62)**



CA 60

#### **3.1 Apporter de l'azote pour la culture suivante**

Une fois le couvert détruit, une certaine quantité d'azote va être disponible pour la culture suivante. Les références montrent une différence sensible entre les dates de destruction qui sont en faveur des destructions tardives.

Tableau 2 : Le Plan Prévisionnel de fumure azotée  
Edition 2006 -Chambre agricultures de Picardie

		Date de destruction de la culture intermédiaire	
Niveau de développement		Avant le 31 décembre	A partir du 1 <sup>er</sup> janvier
Légumineuses	Faible ou moyen	15	20
	Elevé (> 3 TMS / ha)	30	35

Ce tableau 2 paraît cohérent avec les 40 kg/ha de fournitures d'azote observées sur un réseau d'essai par Arvalis Institut du Végétal. Dans ce réseau, la légumineuse était le plus souvent un trèfle incarnat bien développé.

D'autres références (Christian Porteneuve, CTIFL, et Patrice Morand, Chambre d'Agriculture de la Drome) laissent penser que les restitutions peuvent-être bien plus importantes, entre 60 et 100 u. d'N/ha suivant l'espèce, la date et la densité d'implantation et le contexte climatique.

#### **3.2 Semis sous couvert : le témoignage d'un agriculteur dans l'Oise, Thomas COEVOET**

##### **Pouvez-vous nous décrire dans ses grandes lignes, votre système de production ?**

Installé depuis 15 ans sur l'exploitation familiale, je cultive 150 ha de terres labourables orientés principalement sur les cultures céréalières et protéagineuses et j'éleve 4500 poules pondeuses.

J'ai commencé la conversion à l'agriculture biologique en 1998, aujourd'hui toutes nos activités sont tournées vers ce cahier des charges.

### **Comment gérez-vous la fertilisation azotée de vos cultures céréalières biologiques ?**

J'ai tout d'abord recherché des céréales peu ou pas trop exigeantes en azote, j'ai développé la culture d'épeautre. J'ai introduit dans mon assolement des protéagineux tels que le pois et la féverole.

J'ai procédé à des échanges de paille et de fumier avec des éleveurs voisins. Afin de garder un potentiel suffisant, j'achète des engrais organiques tels que la vinasse pour fertiliser 70 ha.

### **Dans quelles conditions avez vous été amené à réfléchir à la gestion des engrais verts ?**

Le coût des vinasses, leur raréfaction et la difficulté d'épandre les engrais organiques au moment le plus propice, m'ont conduit à essayer la culture d'engrais verts, tel 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 leurs développements.

### **Quels enseignements retirez-vous de ces premières années de mise en place de légumineuses sous couvert de céréales ?**

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

#### 3.3 Mode d'implantation des engrais verts

Au printemps, les semis de légumineuses sous couvert de céréales sont habituellement réalisés autour du stade début montaison de la céréale. A ce moment là, le semis est le plus souvent réalisé à la volée. Il est alors complété par un passage d'herses étrilles. 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.

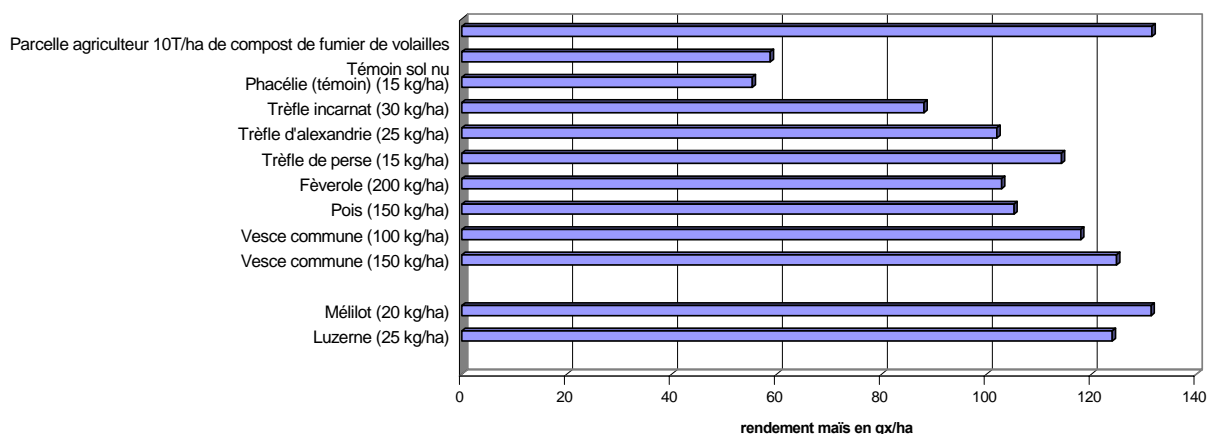
A la fin de l'été, le semis d'engrais verts réclame davantage d'attention. Après la récolte, la qualité du lit de semences est essentielle pour optimiser le taux de levée et la rapidité de mise en place du couvert. Pour des couverts à grosses graines (pois, vesce ...), la recherche d'un couvert homogène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

#### 3.4 Effet des engrais verts sur le rendement des céréales suivantes

### **Les résultats de la Drôme (2002 –2005)**

Le témoin sol nu, sans fertilisation ni engrais verts, a obtenu un rendement moyen de 58.7 q/ha. Toutes les parcelles de maïs cultivé après des engrais verts à base de légumineuses ont vu leurs rendements augmenter entre 29 et 72 q/ha. (voir graphique). 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.

**Figure 3. Rendement du maïs après engrais verts - Chambre agriculture Drôme**



Cette étude montre que les engrais verts sont capables de mobiliser des quantités d'azote très importante, 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 u.d'N 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 méililot restituent autant d'azote que 10 T/ha de compost de fumier de volailles dosant entre 18 et 20 u. d'N/tonne suivant les années. (Patrice Morand)

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

Les dispositifs portent sur des implantations de légumineuses sous couvert de céréales d'hiver. 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 q/ha sur des intercultures courtes à 25 q/ha pour des cultures de printemps (maïs grain ou orge de printemps).

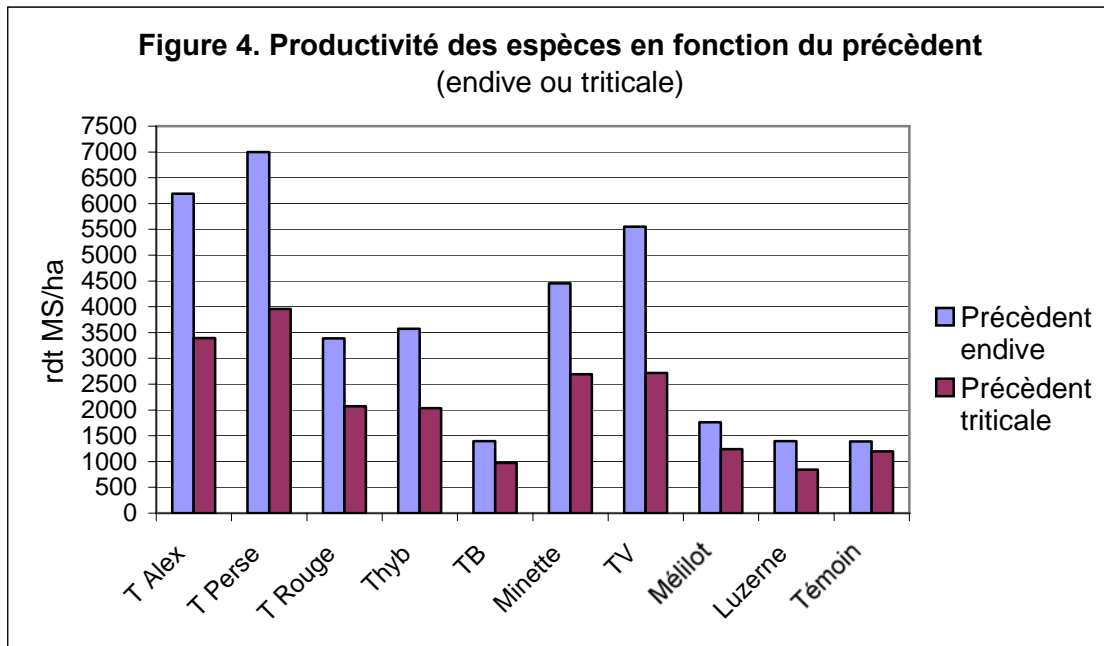
Ces différences sont cohérentes et directement proportionnelles à la fourniture d'azote permise par le trèfle violet (de 30 à 50 unités). Toutefois, pour le méililot, nous avons observé des résultats plus aléatoires. En dépit d'une destruction par broyage et retournement avec la charrue, le méililot est reparti dans la culture suivante, et a fortement concurrencé l'orge de printemps. La diversité des situations nous permet donc d'apprécier les contraintes engendrées par certains couverts qu'il faut prendre en considération.

### **3.5 Les premiers résultats en Nord pas de Calais**

Enrichies de l'expérience des Chambres d'agriculture de la Drôme et de l'Oise, la Chambre d'agriculture du Nord a souhaité collaborer à la démarche en reprenant cette thématique. Dans ce contexte, la démarche à consister à établir un screening variétal des légumineuses potentiellement intéressantes dans le cadre de notre problématique et adaptées aux régions situées au Nord de Paris a été mis en place.

Cet essai devait également permettre de comparer les effets de l'implantation de légumineuses sur la structure du sol, notamment dans le but de limiter au maximum le travail du sol nécessaire avant l'implantation d'une pomme de terre l'année suivante.





Enfin, cette thématique est apparue au cours de l'essai, mais l'importance du précédent a été soulignée, car deux précédents étaient possibles sur la parcelle : endive et triticale avec chacun des effets bien particuliers sur le développement des engrais verts.

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

Pour profiter au mieux de l'effet engrais vert des légumineuses, il convient des les détruire idéalement le plus tard possible, en veillant toutefois à laisser un peu de temps pour la décomposition du couvert. 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. On note malgré tout avec certains couverts tels que le mélilot des difficultés importantes de gestion des repousses dans des céréales de printemps non sarclées.

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 et qui peuvent être concurrentielles des cultures en place.

## POUR EN SAVOIR PLUS

- Arino J., 2007, tests d'engrais verts en agriculture biologique rappel des résultats en 2002 – 2003 et 2005, Chambre d'agriculture du Gers.
- 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.
- Le Souder C., Labreuche J., 2007, Planter une légumineuse à l'interculture, Perspectives Agricoles N°333.
- 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.
- Salitot G., Menu P., 2008, Agriculture biologique, compte rendu des essais réalisés par les Chambres d'agriculture de Picardie - Récolte 2007 et 2008
- Thiebeau P., 2001. En absorbant l'azote minéral du sol, la luzerne permet de réduire les fuites de nitrates. Réussir Lait/Elevage, 134, 121-122.





## FICHE TECHNIQUE : LA FERTILISATION ORGANIQUE

*Cette fiche sur la fertilisation organique a été rédigée dans le cadre des activités du Réseau Mixte Technologique Développement de l'Agriculture Biologique (RMT DévAB). De nombreuses autres fiches sur les principes de l'AB et des pratiques spécifiques à ce mode de production sont en cours d'élaboration ; elles seront en ligne d'ici juin 2009. Pour plus d'information : [www.devab.org](http://www.devab.org)*

**Rédacteur :** Blaise Leclerc (Orgaterre)

**Relecteurs :** Claude Aubert (CA 77), Jean-Pierre Cohan (ARVALIS), Laetitia Fourrié (ITAB), Joséphine Peigné (ISARA), Hélène Védie (GRAB)

### PROBLEMATIQUE/CONTEXTE

La maîtrise de la fertilisation organique est un enjeu particulièrement important en agriculture biologique car les produits que l'on regroupe sous le terme générique de « fertilisants organiques » permettent d'apporter les différents éléments minéraux nécessaires aux cultures. De manière générale, l'utilisation de produits organiques pour fertiliser les cultures et/ou amender les sols est particulièrement intéressante d'un point de vue économique (notamment compte tenu de la hausse récente du prix des engrais minéraux) mais également d'un point de vue agronomique car l'apport d'amendement organique contribue à améliorer le statut organique des sols, avec tous les effets bénéfiques qu'il entraîne (lutte contre l'érosion, maintien d'une bonne structure, stockage de carbone, augmentation de la biodiversité, etc.). Par ailleurs, l'utilisation de déchets organiques, issus par exemple du milieu urbain (comme les composts de déchets verts) permet de les valoriser en les recyclant via les sols agricoles. Enfin, en agriculture biologique, la fertilisation organique s'intègre et se raisonne à l'échelle de la succession culturale, avec une place de choix pour les légumineuses qui permettent d'enrichir significativement le système en azote.

### OBJECTIFS

Il y a donc une complémentarité à trouver entre les apports « intrinsèques » à une parcelle (résidus de cultures, contribution des racines après ou pendant une culture, cultures associées, etc.) et les apports « extérieurs », ces derniers étant incontournables, sur le long terme, pour compenser les exportations par les récoltes. Une des particularités de la fertilisation organique est la diversité des éléments fournis au sol à chaque apport, en comparaison d'une fertilisation minérale qui en général est réalisée pour apporter un seul élément (engrais azotés simples par exemple) ou un nombre restreint d'éléments (binaire PK ou ternaire NPK par exemple). Un apport de fumier, composté ou non, apporte au sol à la fois de l'azote, du soufre, du phosphore, du potassium, du magnésium, et des oligo-éléments.

#### Un enrichissement du sol en carbone

Lorsque l'on évoque la fertilisation, sans préciser « organique », on pense assez systématiquement à l'apport d'éléments minéraux indispensables à la croissance des végétaux (le fameux trio « NPK »). Avec une fertilisation organique, on peut apporter ces trois éléments (le cas du fumier cité plus haut), mais on apporte avant tout du carbone organique. Suivant le type de produit apporté, c'est sans doute l'effet le plus important et le plus marquant à court, moyen et long termes sur le sol. L'apport de carbone a avant tout un rôle énergétique pour tous les êtres vivants du sol, des micro-organismes (bactéries, champignons) à la macrofaune, dont le ver de terre est l'acteur le plus important pour le bon fonctionnement du sol (drainage, aération, remontée et concentration en éléments minéraux, etc.). Le rôle des matières organiques sur les propriétés du sol est primordial : elles augmentent l'aération, la rétention en eau, la stabilité de la structure, la capacité d'échange cationique (CEC) et diminuent la densité.



## La problématique de l'azote



Pour certaines cultures exigeantes en azote (voir plus loin les principales contraintes par systèmes de culture), l'apport de fertilisants organiques, même riches en azote comme certains engrais organiques, n'est pas la seule technique à mettre en oeuvre, pour obtenir les rendements et qualités souhaités. Pour ces cultures, et principalement pour les céréales, se sont surtout des précédents à base de légumineuses (luzernière, prairies temporaires de mélange, engrais verts, protéagineux) qui fournissent l'essentiel de l'azote. Les doses d'engrais organiques azotés à appliquer au printemps peuvent être calculées en tenant compte de l'analyse des reliquats d'azote à la sortie de l'hiver. Pour d'autres plantes (vigne, légumes sensibles à l'accumulation des nitrates) il faut par contre veiller à ne pas fournir trop d'azote, même s'il est apporté sous forme organique.

## **1 PRINCIPES GENERAUX ET DESCRIPTION DES PRATIQUES**

Ainsi la fertilisation organique doit avant tout être raisonnée à partir de la succession des cultures, et notamment la place des légumineuses dans l'assolement et les rotations, car c'est l'azote le premier facteur limitant et ce sont les précédents à base de légumineuses qui permettent d'apporter le plus efficacement et le plus économiquement les quantités nécessaires de cet élément majeur. Dans un deuxième temps, il faut envisager des apports complémentaires d'amendements organiques, notamment pour compenser les exportations en phosphore, potassium et autres éléments nécessaires à la croissance végétale. Ces amendements organiques seront appliqués convenablement, c'est-à-dire au bon moment, à la bonne dose, à la bonne profondeur, au sein d'une rotation donnée. Enfin il est possible de compléter ces apports d'amendements avec des produits plus riches en certains éléments, comme par exemple les engrais organiques azotés. Mais attention, il serait illusoire de vouloir substituer ces engrais organiques à des engrais minéraux, ce qui pourrait être un réflexe en période de conversion par exemple. En effet la minéralisation de ces produits est difficilement prévisible, et ne peut remplacer l'azote apporté par les précédents, légumineuses en particulier.

## **2 LES FERTILISANTS ORGANIQUES : AMENDEMENTS OU ENGRAIS ?**

La mise sur le marché des produits organiques doit permettre d'identifier les **amendements organiques**, dont les teneurs en éléments fertilisants, et notamment en azote, n'excèdent pas 3 % de leur poids brut, des **engrais organiques**, dont la teneur en éléments doit au contraire être supérieure à 3 % (sur le poids sec).

## **3 LES AMENDEMENTS ORGANIQUES**

Le principal objectif des apports d'amendements est l'entretien de la fertilité des sols grâce aux propriétés liées aux matières organiques (teneur en carbone, rétention en eau, stabilité de la structure, etc.) En outre les amendements peuvent apporter des quantités d'éléments fertilisants non négligeables pour les cultures.

### 3.1 Apport d'azote

Comme on peut le voir dans le tableau 1, la minéralisation de l'azote des amendements organiques est très faible lorsqu'ils sont uniquement d'origine végétale, comme le compost de déchets verts. Ainsi la minéralisation de l'azote des composts de déchets verts, après 91 jours d'incubation, atteint en moyenne environ 2 % de l'azote organique du produit. Dans l'hypothèse d'un apport de 20 tonnes de composts de déchets verts à l'hectare, pour une concentration en azote organique de 1,4 % sur sec, la minéralisation de cet azote représenterait à peine 3 kg d'azote à l'hectare ( $20\,000 \times 0,59 \times 0,014 \times 0,02$ ). La

minéralisation des fumiers, compostés ou non, est quant à elle plus élevée, puisqu'elle peut atteindre de 10 % à 30 % d'azote minéralisé dans l'année de l'apport (tableau 1).

### 3.2 Apport de P

Les amendements organiques sont des engrais phosphatés efficaces car le coefficient d'utilisation du phosphore est sensiblement le même, ou légèrement inférieur (80 %), à celui des engrais minéraux les plus solubles, ce qui n'est pas le cas des formes de phosphore minérales autorisées en agriculture biologique (faible disponibilité du phosphore des phosphates naturels en sols calcaires par exemple).

### 3.3 Apport de K

Le coefficient d'utilisation du potassium contenu dans les amendements est identique à celui des engrais minéraux. Les fumiers pailleux sont plus riches en potassium. Lors du stockage du compost, attention aux pertes possible de potassium par lessivage, l'eau traversant un compost mûr pouvant entraîner des pertes importantes en cet élément.

**Tableau 1 : Caractéristiques agronomiques de quelques amendements organiques**

	Composts de déchets verts <sup>1</sup>	Fumier de bovin <sup>2</sup>	Compost de fumier de bovin <sup>3</sup>	Fumier d'ovins <sup>3</sup>	Fumier de porcins <sup>4</sup>	Fumier d'équins <sup>5</sup>
Matières sèches (g/100g MB)	59	22	33	30	33	54
Matières organiques (g/100g MS)	46	81	64	77	-	76
Azote total (g/100g MS)	1,4	2,6	2,4	2,2	2,2	1,5
Minéralisation de l'azote (en %)	2	30	10	-	30	-
Phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/100g MS)	0,6	1	1,5	1,3	2,1	0,6
Potasse (K <sub>2</sub> O) (g/100g MS)	1,4	4,3	4,2	4	3,1	1,7

<sup>1</sup> échantillon de 45 composts ; min. de l'azote : moy. de l'échantillon, incubation à 28° C sur 91 jours, (Marché ADEME n° 0306C0057).

<sup>2</sup> fumier très compact de litière accumulée (source : Institut de l'Élevage, 1993).

<sup>3</sup> source : Institut de l'Élevage *et al.*, 2001.

<sup>4</sup> fumier de litière accumulée sur paille, minéralisation : il s'agit en fait d'une fourchette de coefficients d'équivalence azote engrais minéral, calculé sur différents cultures et climats (prairie, colza, blé) (source : ITP, 1997, in Institut de l'Élevage *et al.*, 2001).

<sup>5</sup> source : Ziegler et Héduit, 1991.

## 4 LES ENGRAIS ORGANIQUES

### 4.1 Apport d'azote

L'utilisation d'engrais organiques est principalement motivée par leur effet azote. Comme on peut le voir dans le tableau 2, ils sont riches en cet élément (toujours supérieur à 3 % de l'azote organique du produit), lequel est rapidement minéralisé (de 66 à 93 % dans l'année de l'apport selon une étude en incubations réalisée en 1986 en région méditerranéenne).

### 4.2 Apport de P

Les engrais organiques d'origine animale (farines de plumes, d'os, etc.) contiennent, en plus de l'azote, des quantités importantes de phosphore.

**Tableau 2 : Caractéristiques agronomiques de quelques engrais organiques (source : guide des matières organiques, tome 2, ITAB, 2001)**

	Guano	Farine de plumes	Fientes de volailles <sup>1</sup>	Farine d'os	Farine de viande	Tourteau de ricin
Matières sèches (g/100g MB)	84	94	80	94	94	81
Matières organiques (g/100g MS)	-	88	-	56	67	82
Azote organique (g/100g MS)	16	10	4	7	8	5,7
Minéralisation de l'azote (en %/an) <sup>2</sup>	93	82	-	66	70	66
Phosphore (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (g/100g MS)	20	11	4	16	9	3
Potasse (K <sub>2</sub> O) (g/100g MS)	3	2,7	2,8	-	0,6	2

<sup>1</sup> fientes séchées sous hangar (source : ITAVI, 1996, in Institut de l'Élevage *et al.*, 2001)

<sup>2</sup> pourcentages obtenus en incubations sous climat méditerranéen (Leclerc, 1989)

## **5 PERSPECTIVES D'AVENIR : DES CONTRAINTES DIFFERENTES SELON LE SYSTEME DE CULTURE**

### **5.1 Grandes cultures : concilier fertilisation organique et apports azotés**



En agriculture biologique, la non utilisation d'engrais minéraux azotés de synthèse oblige à introduire beaucoup de légumineuses dans la rotation, de l'ordre du tiers de l'assolement. En effet il ne faut pas compter sur les seuls apports d'amendements, fumiers bruts ou compostés, pour fournir l'azote nécessaire à l'obtention des rendements et des teneurs en protéines généralement recherchés pour la production de céréales. De plus, la composition de ces amendements conduirait à amener trop de phosphore si la dose d'apport est calculée sur la base des besoins en

azote de la culture. Une autre limite aux apports organiques est le respect de la directive cadre « nitrate ». Des apports complémentaires d'azote peuvent être pratiqués sous forme d'engrais organiques sur céréales de printemps (vinasses de betterave, farines de plumes, soies de porcs, etc.), mais le coût de ces engrais organiques étant généralement important, il est indispensable de bien prendre en compte les différents facteurs limitants (structure du sol, aléas climatiques, enherbement, etc.) avant de décider de les apporter. La technique du hersage sur la culture en place permet également de favoriser la minéralisation de l'azote organique au printemps. Le maïs valorise beaucoup mieux les apports organiques, car ses besoins sont davantage calés sur la minéralisation du sol, vers le mois de mai, que les céréales à paille (besoins les plus importants vers le mois de mars).

### **5.2 Élevage : ne pas négliger les parcelles éloignées de la ferme**

Les enquêtes réalisées dans le cadre du programme FertiagriBio en 2004-2005 ont montré une bonne utilisation des engrais de ferme en élevage biologique, notamment concernant leur répartition sur l'année en fonction de leur nature : lisier, fumier et compost. A l'échelle de la parcelle, si le phosphore ne fait jamais défaut, le potassium peut être déficitaire, principalement dans les parcelles consacrées au fourrage et qui n'ont reçu aucune fertilisation les deux dernières années. Afin d'éviter un appauvrissement de certains îlots de parcelles éloignés, il est nécessaire d'amener des matières organiques régulièrement tous les 2 ou 3 ans.

### **5.3 Viticulture : maîtriser l'azote**

En viticulture, les apports nécessaires pour compenser les exportations du raisin sont plutôt faibles. L'enfouissement des sarments et l'enherbement des rangs peuvent permettre de faire l'impasse sur les apports organiques extérieurs. Des apports à la plantation permettront cependant à la vigne de bien s'implanter. Il faudra toujours veiller à éviter les produits trop riches en azote, qui entraînent une vigueur trop forte, rarement recherchée pour le raisin de cuve.



### **5.4 Maraîchage : entretenir une bonne structure**



Les cultures légumières nécessitent de très nombreuses interventions tout le long de l'année : préparation des planches et apports d'amendements organiques, semis et plantations, désherbage, traitements des cultures, irrigation, taille, récolte, enfouissement des résidus de cultures, etc. Le sol est ainsi sollicité à toutes les saisons. Dans ces conditions, les apports organiques n'ont pas seulement un rôle de fertilisation des cultures, mais doivent permettre avant tout de maintenir certaines propriétés physico-chimiques du sol : portance, stabilité de la structure, rétention en eau, capacité d'échange cationique.



### **La technique des BRF (bois raméal fragmenté)**

Cette technique consiste à enfouir superficiellement du broyat de jeunes rameaux. Elle nous vient du Québec et fait de plus en plus d'adeptes en Europe, notamment dans le milieu de l'agriculture biologique. Des essais ont lieu en grandes cultures en Belgique, en association avec des légumineuses, ce qui permet de s'affranchir d'éventuels problèmes de faim d'azote, qui pourrait apparaître en raison du faible C/N des matières ligneuses utilisées. Ce sont surtout des broyats de feuillus qui sont apportés (il est conseillé de limiter les résineux à 20 % maximum du volume total apporté), à raison d'environ 100 m<sup>3</sup> par hectare tous les 5 ans.

En zone sèche (exemple de Jacky Dupéty, agriculteur dans le Rouergue) cette technique permet l'obtention de rendements corrects en l'absence d'irrigation, en raison d'un développement très important des champignons du sol qui dégradent la lignine, augmentant ainsi considérablement le réseau des filaments mycéliens, qui sont très efficaces pour transporter l'eau vers les racines (en plus de l'effet mulch des broyats affleurant à la surface du sol). Le développement important des champignons lignolytiques pourrait également expliquer une moindre pression de certains champignons pathogènes du sol, ces derniers devenant minoritaires parmi la population fongique du sol.

## **6 LA PRATIQUE DANS UNE FERME DE PROVENCE**



Michel gère depuis 1991 en agriculture biologique une ferme de 17 ha avec des cultures variées, dans le Vaucluse : légumes de plein champ ou sous abris (3 à 4 ha), commercialisés en AMAP (association pour le maintien d'une agriculture paysanne) et sur deux marchés, de la vigne (12 ha), des céréales ou des fourrages (1 à 2 ha).

### **6.1 Sa pratique de fertilisation**

Comme amendements, il achète du fumier de mouton composté, certifié Nature-et-Progrès, et récupère chez un voisin du fumier de poules, qu'il

composte lui-même, mais c'est plutôt pour rendre service à ce voisin. Comme engrais organiques, il achète un engrais complet standard « 4-8-12 + 3 unités de magnésie », et du tourteau de ricin. Michel précise : « *j'utilise ce dernier aussi bien comme engrais azoté, que pour son effet répulsif sur les ravageurs du sol (taupins en particulier)* ». Il est globalement satisfait de ces produits, même « *si c'est toujours trop cher, et que leur prix a beaucoup augmenté ces dernières années* ».

### **6.2 Des différences marquées selon les cultures et les précédents**

Michel n'apporte rien avant les céréales, car comme précédent il y a toujours des légumes. C'est traditionnel dans la région de cultiver des céréales de temps en temps sur les parcelles de légumes de plein champ. Pour ces céréales, la recherche de rendements élevés n'est pas un objectif. Du compost de mouton est épandu à la plantation des vignes, mais les apports d'entretien sont pratiqués seulement au bout de plusieurs années si une faiblesse de vigueur est observée ; par contre l'herbe est broyée et enfouie une ou deux fois par an. Les sarments sont également laissés sur place. Pour les légumes les moyennes d'apport sont d'environ 3 t/ha de compost, + 1 t de tourteau de ricin, + 500 kg d'engrais organique 4-8-12 (sauf pour les haricots). Cet ensemble est apporté en février-mars, au cours d'un chantier d'une à deux semaines, avant la préparation du sol pour la mise en place des semis et plantations. Exceptionnellement cette année Michel a ramené du tourteau de ricin en août avant un semis d'épinard.

### **Comment juger de l'efficacité de ces apports ?**

Michel n'observe pas de carences sur ses cultures, il en déduit que sa fertilisation doit être suffisante. Par contre il a parfois constaté, notamment sous abris tunnel, la présence d'orties ou de pucerons, sur haricots ou cucurbitacées, qu'il interprète comme un excès d'azote.

### **Une évolution de ses pratiques**

Au début de sa conversion, en 1991, il y avait un peu plus de fumier de mouton disponible dans la région. Michel essayait d'en récupérer, mais le gisement s'est tari, il n'y a quasiment plus d'élevage. Les composts du commerce sont chers, mais à son avis de meilleure qualité, réguliers et faciles à épandre. Michel considère que *« la fertilisation est un investissement, elle peut changer d'une année sur l'autre en fonction de la trésorerie : sur une année avec un chiffre d'affaire plus important, j'investie un peu plus dans l'achat d'amendements. »*

## **POUR EN SAVOIR PLUS**

### **Sur le site de l'ITAB ([www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr)) :**

- Le programme Fertiagribio : piloté par l'INRA et l'ITAB, ce programme a été mené en 2004 et 2005 en collaboration avec ARVALIS-Institut-du-Végétal, le CREAB Midi-Pyrénées, le CTIFL, l'ENITA Clermont, l'Institut de l'Élevage et l'ISARA Lyon, sur la problématique de la fertilisation en Agriculture Biologique. Informations (rapport final, articles) sur le site de l'ITAB à la rubrique « agronomie » puis « Fertiagribio » dans « Programmes de recherche et d'expérimentation ».
- Des fiches techniques sur la fertilisation, exemples : utilisation du compost en viticulture biologique, choix des amendements en viticulture biologique...

### **A commander à l'ITAB :**

- Guide des matières organiques de l'ITAB, 2001, tomes 1 et 2 : <http://www.itab.asso.fr/publications/guidestechniques.php>
- Articles dans Alter Agri : <http://www.itab.asso.fr/publications/arch-aa.php#agronomie>

### **Autres documents :**

- Fertiliser avec les engrais de ferme (doc. inter-institut) : <http://www.editions-arvalis.fr> (page 9 du catalogue, réf. 030001)
- Echo-MO, revue sur l'actualité des sciences et techniques sur les matières organiques : <http://www.orgaterre.org>

*Crédit photos : Blaise Leclerc (page 1, page 3 sauf tomates, page 4), Caroline Roux (tomates page 3).*

# RESULTATS TECHNICO-ECONOMIQUES EN SYSTEMES DE GRANDES CULTURES BIOLOGIQUES EN ZONE CENTRE – RECOLTE 2007

**Charlotte Glachant**

Chambre d'Agriculture de Seine et Marne - 418 rue Aristide Briand

77 350 LE MEE SUR SEINE

[charlotte.glachant@seine-et-marne.chambagri.fr](mailto:charlotte.glachant@seine-et-marne.chambagri.fr)

## RESUME

Un réseau d'exploitations en grandes cultures biologiques mis en place en zone Centre (Centre et Ile de France) a permis d'établir des références technico-économiques pour la récolte 2007. La marge brute moyenne à l'hectare a ainsi pu être calculée, et les itinéraires techniques et marges brutes des principales cultures présentes sur le réseau ont pu être détaillés.

## INTRODUCTION

Dans le cadre d'un programme interrégional Centre – Ile de France financé par l'ONIGC, un réseau d'exploitations a été mis en place pour établir des références technico-économiques en grandes cultures biologiques pour ces deux régions.

### **Présentation du réseau d'exploitations en grandes cultures biologiques en zone centre**

Le réseau est constitué de **12 exploitations réparties sur 9 départements**, les plus représentatives possibles du modèle de production de grandes cultures bio en zone Centre. Les itinéraires techniques et données économiques ont été collectés à la parcelle sur l'ensemble de chaque exploitation pour la campagne 2007. Ces données ont permis de calculer les marges brutes pour chacune des parcelles, et d'établir ainsi les références moyennes, et à la culture présentées ici.

Ce réseau porte sur **près de 1500 ha**, ce qui représente environ 10% des surfaces occupées par les exploitations céréalières en zone Centre.

### **Répartition du réseau d'exploitations de la zone Centre suivies en 2007**

Département	Nb exploit.	Surfaces en grandes cultures bio (ha)	Surface bio moyenne par expl. (ha)	Nb parcelles
77 Seine et Marne	3	337	112	60
78 Yvelines	1	111	111	20
91 Essonne	2	328	164	39
18 Cher	1	208	208	21
28 Eure et Loir	1	81	81	7
41 Loir et Cher	1	73	73	13
45 Loiret	1	102	102	16
36 Indre	1	59	59	7
37 Indre et Loire	1	175	175	29
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>1 475</b>	<b>121</b>	<b>212</b>

# 1 ASSOLEMENTS ET RESULTATS TECHNICO-ECONOMIQUES MOYENS DU RESEAU

## 1.1 Assolements

Les **céréales** représentent plus de la moitié de l'assolement du réseau (**55%** des surfaces en comptant le sarrasin). Le blé est la culture la plus représentée avec près de 30 % des surfaces. Parmi les céréales secondaires, le triticale et l'orge de printemps sont les plus cultivées sur ce réseau. D'autres céréales telles que l'avoine, l'épeautre, le seigle sont présentes mais sur de plus faibles surfaces.

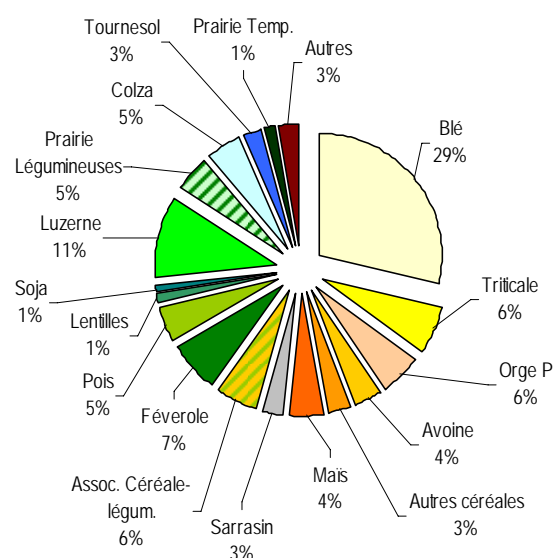
Les **protéagineux**, en mélange ou en pur représentent **20 %** des surfaces. A ces surfaces s'ajoutent la **luzerne** et les prairies de **légumineuses** pour porter à **36 %** la proportion de surfaces consacrées aux **légumineuses**.

Les **oléagineux** ne représentent que **8 %** des surfaces, et sont la famille la moins cultivée.

### Répartition des surfaces du réseau par culture en 2007

Culture	Surface (ha)	Surf moyenne par expl. (ha)
Blé	421	35
Triticale	96	8
Orge P	82	7
Avoine	55	5
Autres céréales	43	4
Maïs	64	5
Sarrasin	43	4
Assoc. Céréale-légum.	81	7
Féverole	98	8
Pois	71	6
Lentilles	16	1
Soja	11	1
Luzerne	160	13
Prairie Légumineuses	69	6
Colza	69	6
Tournesol	37	3
Prairie Temp.	19	2
Autres	41	3

Répartition des surfaces sur le réseau d'exploitations de la zone Centre en 2007



## 1.2 Rendements

Les rendements moyens par culture ainsi que les rendements minimum et maximum observés sur le réseau sont présentés dans le tableau et le graphe suivants.

Les rendements observés sont globalement plus faibles que les années précédentes, parfois jusqu'à 30%.

En effet, sur la période 2004-2006 (voir CR ONIGC 2006, sur un réseau de parcelles et non d'exploitations), les rendements en blé étaient plutôt situés entre 40 et 45 q/ha, et les rendements en céréales secondaires autour de 40 q/ha, avec déjà un chute en 2006.

De même, les résultats en protéagineux sont inférieurs aux résultats observés précédemment qui étaient situés entre 25 et 30 q/ha pour les féveroles et autour de 20 q/ha pour les pois.

Le colza et la luzerne semblent avoir maintenu des niveaux de rendements équivalents.

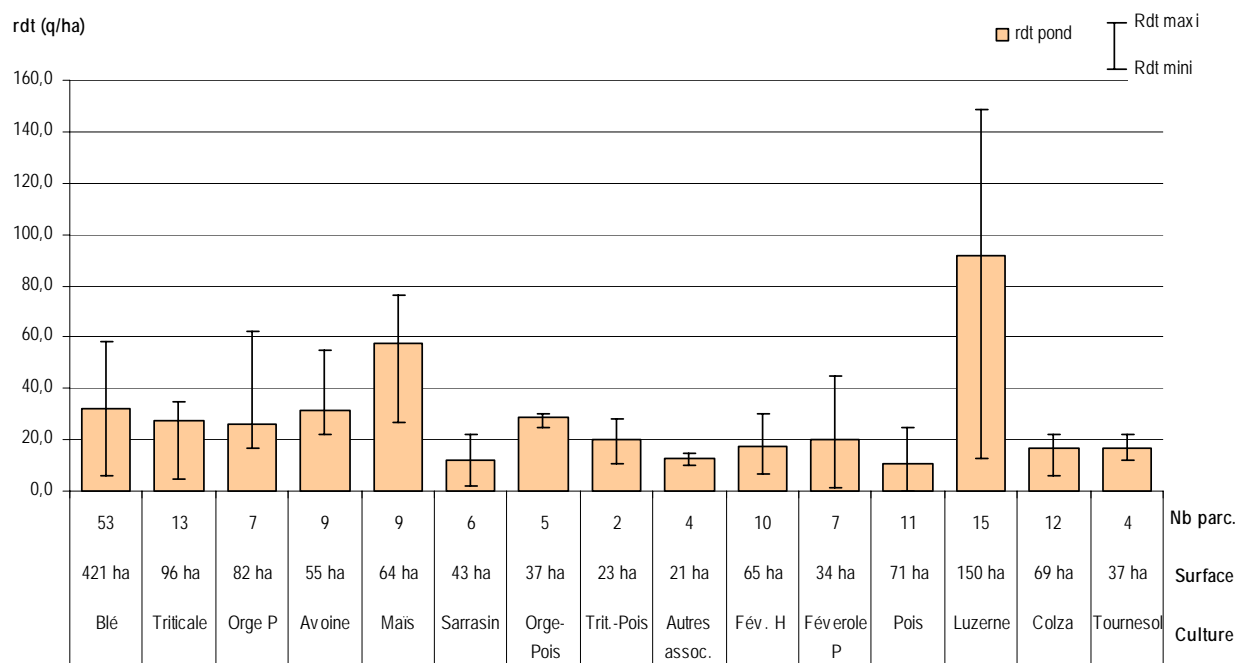
Ces résultats décevants en 2007 s'expliquent par une campagne climatique difficile : malgré des implantations à l'automne généralement bonnes, l'hiver doux et pluvieux a permis un fort développement des adventices. Le début de printemps pluvieux n'a pas toujours permis des interventions de désherbage mécanique en bonnes conditions. Le mois d'avril très sec et très chaud a perturbé la montaison des céréales d'hiver. Enfin, des mois de mai et juin assez pluvieux ont à nouveau permis la levée d'adventices, et parfois l'installation de maladies telle que la rouille brune (sur féverole notamment), la septoriose et la fusariose.



### Rendements observés par culture dans le réseau d'exploitations de la zone Centre en 2007

Type de culture	Culture	Surface renseignée (ha)	Nb parcelles renseignées	Rendement moyen (q/ha)	Rendement mini (q/ha)	Rendement maxi (q/ha)
Céréales	Blé	414	52	32	6	58
	Blé P	7	1	30	30	30
	Triticale	96	13	27	5	35
	Orge P	82	7	26	17	62
	Avoine P	39	3	31	22	55
	Avoine H	16	6	32	30	35
	Epeautre	21	2	10	7	14
	Petit épeautre	7	3	11	10	13
	Seigle	8	2	20	20	20
	Orge H	2	1	10	10	10
Maïs		64	9	57	27	76
Sarrasin		43	6	12	2	22
Associations céréale-légumineuse	Orge-Pois	37	5	29	25	30
	Trit.-Pois	23	2	20	11	28
	Seigle-Lent.	12	2	14	14	14
	Seigle-Pois	10	2	11	10	15
Légumineuses	Pois	49	7	11	0	20
	Pois H	21	4	11	1	25
	Fév. H	65	10	18	7	30
	Féverole P	34	7	20	1	45
	Lentilles	16	2	15	6	25
	Soja	11	2	20	20	20
	Luzerne	150	15	9	13	149
Oléagineux	Colza	69	12	17	6	22
	Tournesol	24	2	15	12	22
Autres	Lin textile	9	1	7	7	7
	Millet	5	1	29	29	29
	Moutarde	2	1	1	1	1
	Pomme de terre	6	1	9	9	9

### Rendements et variabilité des rendements – Réseau zone Centre 2007



On observe de fortes variabilités de rendements en 2007 sur certaines cultures : blé, orge de printemps, féverole, pois et luzerne notamment.

En blé, les variations de résultats s'expliquent notamment par l'effet précédent (voir paragraphe consacré au blé). En orge, les très bons résultats d'une parcelle expliquent cet écart.

En féverole et pois, plusieurs parcelles n'ont pas pu être récoltées, principalement pour des raisons d'enherbement non maîtrisé ou d'attaque de pucerons, ce qui explique l'amplitude des résultats.

La luzerne n'est pas toujours commercialisée, ce qui explique les différences de rendements d'une parcelle à l'autre.

### 1.3 Résultats technico-économiques moyens

**Tous les résultats économiques présentés sont calculés hors aides PAC et aides à l'AB.**

#### 1.3.1 Résultats moyens du réseau

Cette marge brute est la marge brute moyenne de l'ensemble des parcelles du réseau, y compris des parcelles en jachère légumineuses qui entrent dans les rotations des différentes exploitations.

<b>Produit brut (/ha) hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>	<b>919 €</b>
Charges opérationnelles (/ha)	
Semences	77 €
Fertilisation	72 €
Produits autorisés	1 €
<b>Charges opérationnelles totales</b>	<b>149 €</b>
<b>Marge brute (/ha) hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>	<b>771 €</b>

#### 1.3.2 Résultats par culture, hors aides PAC et hors aides à l'AB

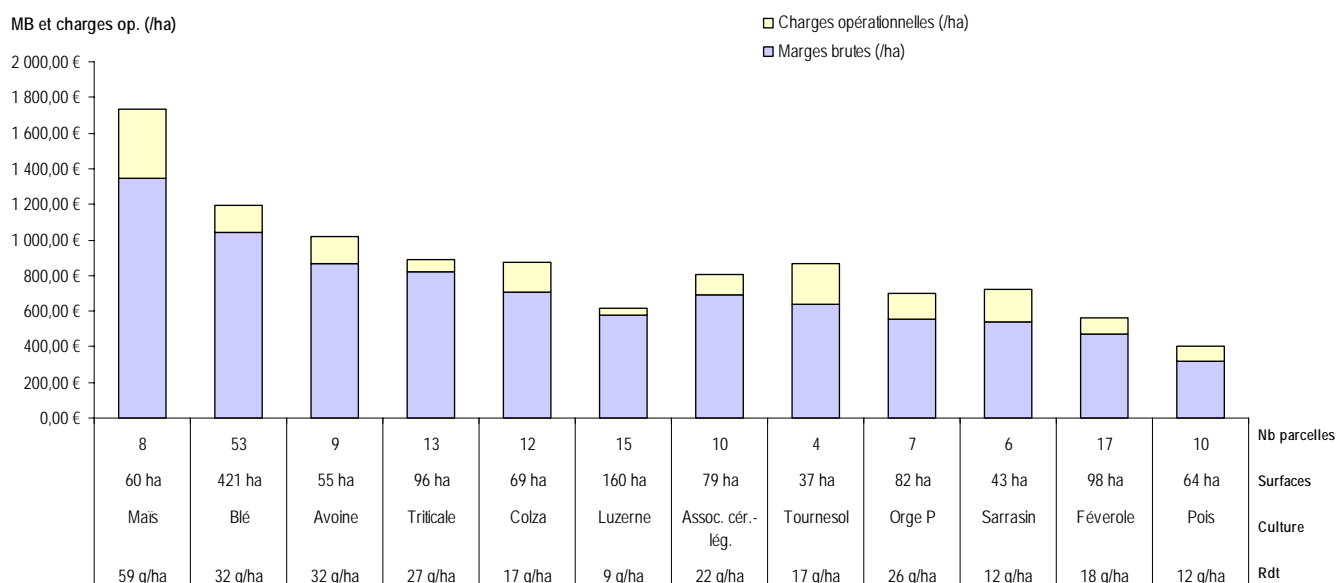
Certaines cultures sont peu représentées (nombre trop faible de parcelles ou peu d'exploitations les pratiquant), leur résultats ne peuvent donc pas être extrapolés.

Les itinéraires techniques et marge brutes des cultures principales et représentatives de la zone Centre sont détaillés en paragraphe 2.

#### Résultats technico-économiques moyens par culture – Réseau zone Centre 2007

Culture	Surface (ha)	Nb parc.	Rdt moyen (q/ha)	Prix unitaire moyen (l/q)	Produit brut (/ha)	Charges opérationnelles (/ha)	Marge Brute (/ha)
Assoc. cér.-lég.	79 ha	10	22 q/ha	35,95 €	803 €	113 €	690 €
Avoine	55 ha	9	32 q/ha	32,16 €	1 016 €	150 €	866 €
Blé	421 ha	53	32 q/ha	37,50 €	1 197 €	157 €	1 040 €
Colza	69 ha	12	17 q/ha	52,46 €	878 €	168 €	710 €
Féverole	98 ha	17	18 q/ha	30,50 €	560 €	92 €	469 €
Luzerne	160 ha	15	9 q/ha	71,85 €	616 €	35 €	581 €
Maïs	60 ha	8	59 q/ha	29,15 €	1 733 €	388 €	1 344 €
Orge P	82 ha	7	26 q/ha	26,50 €	697 €	141 €	556 €
Pois	64 ha	10	12 q/ha	33,80 €	407 €	89 €	318 €
Sarrasin	43 ha	6	12 q/ha	60,09 €	720 €	179 €	541 €
Tournesol	37 ha	4	17 q/ha	55,32 €	865 €	225 €	640 €
Triticale	96 ha	13	27 q/ha	32,43 €	889 €	68 €	820 €

## Marges brutes et charges opérationnelles moyennes par culture – Réseau zone Centre 2007



### 1.3.3 Désherbage mécanique

**Le désherbage mécanique n'est pas comptabilisé dans les charges opérationnelles**, mais il est important d'en tenir compte dans les systèmes biologiques. Il est difficile d'évaluer le coût de passage de chaque outil car il dépend notamment de la largeur et de la vitesse de travail de l'outil, de la taille des parcelles, de la surface désherbée...

Les ordres de grandeur sont les suivants : herse étrille : 10 €/passage, houe rotative : 20 €/passage, bineuse : 25 €/passage.

L'outil le plus utilisé sur ce réseau est la herse étrille : elle a été passée sur près de 40 % des surfaces du réseau (580 ha sur 1500 ha), et elle présente sur la quasi-totalité des exploitations. Elle est utilisée en moyenne sur 76 ha par exploitation.

La bineuse est le deuxième outil le plus utilisé sur ce réseau (20 % des surfaces environ), avec le nombre de passages le plus important (1,6 passage en moyenne).

La houe rotative (ou écouleuse) vient ensuite. Elle est présente sur seulement 1/3 des exploitations, toutes situées en Ile de France.

### Principaux outils utilisés et surfaces désherbées mécaniquement – Réseau zone Centre 2007

Outils	Nb exploit.	Nb parcelles	Surface totale des parcelles désherbées (ha)	Nb moyen de passages	Surface totale désherbée (développée) (ha)	Surface totale (développée) désherbée par outil par exploit. (ha)
Herse étrille	11	73	579	1,4	833	76
Bineuse	9	41	294	1,6	476	53
Houe rotative	4	33	200	1,2	245	61

D'autres outils ont été utilisés ponctuellement sur une exploitation : une herse lourde, une butteuse pour les pommes de terre, un désherbeur thermique et une écimeuse. Globalement ces outils ont été utilisés sur des surfaces ne dépassant pas 15 ha.

Deux exploitations ont eu recours à du désherbage manuel, notamment sur légumes de plein champ.

## 2 RESULTATS DETAILLES PAR CULTURE

### 2.1 BLE

#### Rendements et taux de protéines des blés – Réseau zone Centre 2007

Culture	Surface	Nb parcelles	Nb expl.	Rdt moyen (q/ha)	Taux de prot. Moyen (%)
Blé d'hiver	414 ha	48	12	31,9	12,3
Blé de printemps	7 ha	1	1	30,0	13
<b>Total</b>	<b>421 ha</b>	<b>49</b>	<b>12</b>	<b>31,9</b>	<b>12,3</b>

Le blé de printemps n'est présent cette année que sur une parcelle dans le réseau et ne sera donc pas traité.

#### 2.1.1 Itinéraire technique

##### - Semis

La majorité des parcelles de blé d'hiver est implantée en semences fermières, à un coût de l'ordre de 60 €/ha. La dose en semences certifiées est légèrement plus faible qu'en semences fermières, pour un coût d'environ 105 €/ha.

#### Caractéristiques des semis de blés – Réseau zone Centre 2007

	Surfaces (ha)	Nb parcelles	Dose moyenne (kg/ha) Semences certifiées	Dose moyenne (kg/ha) Semences fermières	Coût moyen/ha
Blé d'hiver	414 ha	48	172	176	70 €

31 % des parcelles

69 % des parcelles

##### - Fertilisation

80% des parcelles de blé ont été fertilisées, soit avec des engrais organiques (farine de plumes, farine de viande fientes de volailles, vinasses), soit avec du compost (de déchets verts ou de fumier de cheval), soit les deux.

Parmi les parcelles fertilisées, 35 parcelles ont reçu un engrais organique, soit 73% de l'ensemble des parcelles en blé. La dose moyenne apportée sur ces parcelles est de 77 UN/ha, avec une dose minimum de 30 UN/ha et une dose maximum de 160 UN/ha.

La dose moyenne de compost apportée est de 13 T/ha.

#### Caractéristiques de la fertilisation des blés – Réseau zone Centre 2007

Type de fertilisation		Surfaces (ha)	Nb parc.	Rdt moyen (q/ha)	Taux de prot. moyen	Coût moyen/ha
Parcelles fertilisées	Engrais organiques seuls	243 ha	27	31	11,4%	
	Compost seul	19 ha	3	36	12,1%	
	Compost + Engrais organiques	75 ha	8	34	12,2%	
Total parcelles fertilisées		337 ha	38	32	11,8%	102 €
Parcelles non fertilisées		77 ha	10	33	10,9%	-
<b>Toutes parcelles</b>		<b>414 ha</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>12,3%</b>	<b>83 €</b>

Les résultats en rendements et taux de protéines suivant la fertilisation doivent être interprétés avec précaution : en effet, ils reflètent souvent davantage des choix de l'exploitant (choix des variétés productives ou à protéines, fertilisation derrière certains précédents à potentiel moins bons, ...) que l'effet fertilisation. Par exemple, les 3 parcelles n'ayant reçu que du compost sont situées chez le même agriculteur, et reflètent donc un

potentiel de sol et l'ensemble de son itinéraire technique plus que l'effet d'un apport de compost.

- Désherbage

85% des parcelles de blé ont été désherbées mécaniquement.

La herse étrille est l'outil le plus utilisé sur blé : elle a été passée sur 44 % des parcelles (50% des parcelles désherbées mécaniquement).

La houe rotative a été passée sur 30% des parcelles, et la bineuse sur 20 %.

**Caractéristiques du désherbage des blés – Réseau zone Centre 2007**

Matériel	Surface totale des parcelles (ha)	Nb parcelles	Nb exploitations	Nb moyen de passages
Herse étrille seule	138	14	5	1,4
Houe rotative seule	57	7	2	1,3
Herse étrille + Houe rotative	38	7	2	1,4 + 1,6
Bineuse seule	84	8	2	1,1
Bineuse + herse lourde	18	1	1	2 + 1
Ecimeuse	16	3	1	1
<b>Parcelles désherbées</b>	<b>352</b>	<b>40</b>		<b>1,6</b>
<b>Parcelles sans désherbage mécanique</b>	<b>62</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	-
<b>Toutes parcelles</b>	<b>48</b>	<b>414</b>	<b>12</b>	<b>1,4</b>

2.1.2 Résultats économiques

**Marge brute moyenne en 2007**

		<b>Blé tendre d'hiver</b>
Rendement moyen (q/ha)		32
Prix unitaire moyen (€/q)		37,50 €
<b>Produit brut (/ha) hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>		<b>1 198 €</b>
Charges opérationnelles (/ha)	Semences	70 €
	Fertilisation	83 €
	Produits autorisés	0,3 €
<b>Charges opérationnelles totales</b>		<b>155 €</b>
<b>Marge brute (/ha) hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>		<b>1 043 €</b>

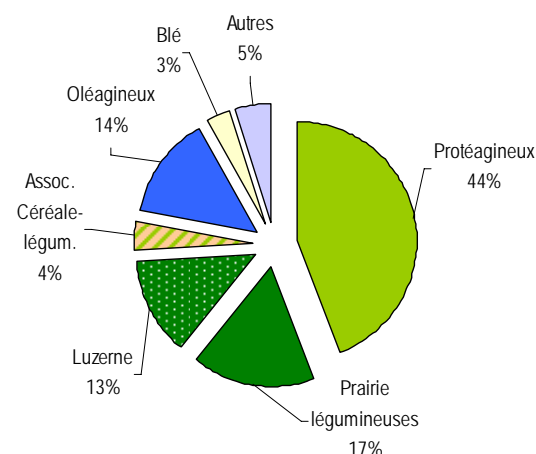
La marge brute dégagée en 2007 par les blés est bonne, grâce principalement à une bonne valorisation à la vente (hausse des prix très nette entre 2006 et 2007).

Les charges opérationnelles se répartissent en proportions équivalentes entre les coûts de semences, limités grâce à l'usage important de semences de ferme (70% des parcelles) et les coûts de fertilisation, réalisée sur une majorité de parcelles.

Les charges de produits autorisés correspondent à des traitements de semences ponctuels contre la carie.

### 2.1.3 Résultats selon le type de précédent

#### Répartition des surfaces en blé par type de précédent – Réseau zone Centre 2007

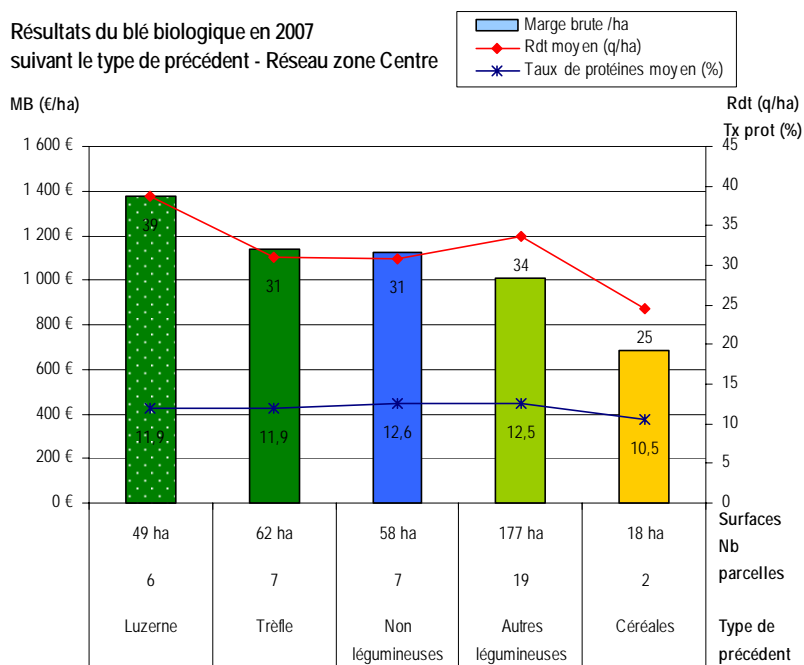


Les précédents protéagineux sont les précédents les plus fréquents (44 % des surfaces en blé), et globalement les légumineuses représentent presque 80 % des précédents à blés.

#### Marge brute du blé d'hiver par type de précédent – Réseau zone Centre 2007

Type de précédent	Surface	Nb parc.	Rdt	Taux de prot.	Produit brut /ha	Charges op. /ha	Marge brute /ha
Luzerne	49 ha	6	39 q/ha	11,9	1 461 €	86 €	1 374 €
Trèfle	62 ha	7	31 q/ha	11,9	1 273 €	133 €	1 140 €
Non légumineuses (Colza...)	58 ha	7	31 q/ha	12,6	1 291 €	169 €	1 122 €
Autres légumineuses (Féverole, Pois...)	177 ha	19	34 q/ha	12,5	1 186 €	177 €	1 008 €
Céréales	18 ha	2	25 q/ha	10,5	884 €	202 €	682 €

Résultats du blé biologique en 2007 suivant le type de précédent - Réseau zone Centre



Le précédent **luzerne** arrive une fois de plus en tête des précédents en termes de marge brute. Des rendements les meilleurs et des charges opérationnelles très faibles expliquent cette performance.

Les **précédents non légumineuses** et **trèfle** obtiennent des marges brutes proches, avec des rendements équivalents. Les charges derrière non légumineuses sont pourtant plus importantes que derrière trèfle, mais de meilleurs prix pour ces blés ont permis de compenser ces coûts.

Les charges opérationnelles derrière les précédents **autres légumineuses** sont élevées, ce qui pénalise la marge brute de ces blés malgré des rendements corrects.

Les **céréales** demeurent **les plus mauvais précédents**, avec les rendements en blé qui suivent les plus faibles, et des charges opérationnelles les plus importantes.

La marge brute de ces blés est moitié moindre que celle des blés derrière une luzerne.

**Remarque :** Les différences de produits bruts liées au prix peuvent s'expliquer par un effet exploitation (tous les précédents ne sont pas présents sur toutes les exploitations).

## 2.2 TRITICALE

**Rendement moyen Réseau : 27 q/ha      Surface : 96 ha      13 parcelles - 6 exploitations**

### 2.2.1 Itinéraire technique

#### - Semis

Plus de la moitié des parcelles de triticales ont été implantées en semences fermières.

#### Caractéristiques des semis de triticales – Réseau zone Centre 2007

Type de semences	Surfaces (ha)	Nb parcelles	Dose mini (kg/ha)	Dose maxi (kg/ha)	Dose moyenne (kg/ha)	Coût moyen/ha
Semences certifiées AB	29	6	126	150	128	78 €
Semences de ferme	67	7	120	160	140	47 €
<b>Toutes parcelles</b>	<b>96</b>	<b>13</b>	<b>120</b>	<b>160</b>	<b>137</b>	<b>56 €</b>

#### - Fertilisation

Une seule parcelle de triticales a reçu des engrais organiques, à une dose de 70 UN/ha. La moitié des parcelles restantes, situées sur deux exploitations seulement, ont reçu du compost.

La moitié des parcelles en triticales, réparties sur 5 exploitations, n'ont pas été fertilisées.

#### Caractéristiques de la fertilisation des triticales – Réseau zone Centre 2007

Type de fertilisation	Surface (ha)	Nb parcelles	Nb exploitations	Dose moyenne apportée	Coût moyen/ha
Engrais organiques	13	1	1	70 UN/ha	83 €
Compost	29	6	2	11 T/ha	4 €
Pas de fertilisation	54	6	5	-	-
<b>Toutes parcelles</b>	<b>96</b>	<b>13</b>	<b>6</b>		<b>12 €</b>

#### - Désherbage

Seule une parcelle de triticales n'a pas été désherbée mécaniquement. La houe rotative a été utilisée sur le plus grand nombre de parcelles au total (7), devant la herse étrille. A noter qu'aucun triticales n'est biné dans ce réseau.

#### Caractéristiques du désherbage des triticales – Réseau zone Centre 2007

Matériel	Surface (ha)	Nb parcelles	Nb exploitations	Nb moyen de passages
Herse étrille seule	57	5	3	1,4
Houe rotative seule	32	6	2	1,0
Herse étrille + Houe rotative	3	1	1	1 + 1
<b>Parcelles désherbées</b>	<b>92</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>1,3</b>
<b>Parcelles non désherbées</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>Toutes Parcelles</b>	<b>96</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>1,2</b>

### 2.2.2 Résultats économiques en 2007

<b>Marge brute moyenne</b>		<b>Triticales</b>	
Rendement moyen (q/ha)		27 q/ha	Malgré des rendements décevants, la marge brute dégagée par les triticales en 2007 est satisfaisante.
Prix unitaire moyen (€/q)		32 €	La forte progression des prix (entre 2007 et 2006) a permis de compenser ces niveaux de rendements.
<b>Produit brut (/ha)</b>		<b>889 €</b>	
Charges opérationnelles (/ha)	Semences	56 €	Les charges opérationnelles sur cette culture sont très faibles, avec des doses de semis limitées grâce à l'usage de semences de ferme, et surtout des coûts de fertilisation très faibles.
	Fertilisation	12 €	
	Produits autorisés	0 €	
<b>Charges opérationnelles totales</b>		<b>68 €</b>	
<b>Marge brute (/ha)</b>			
<b>hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>		<b>820 €</b>	

## 2.3 ORGE DE PRINTEMPS

Rendement moyen Réseau : 26 q/ha

Surface : 82 ha

7 parcelles - 5 exploitations

### 2.3.1 *Itinéraire technique*

- Semis

Les orges de printemps ont été implantées principalement en semences certifiées.

#### **Caractéristiques des semis d'orge de printemps – Réseau zone Centre 2007**

Type de semences	Surfaces (ha)	Nb parcelles	Dose mini (kg/ha)	Dose maxi (kg/ha)	Dose moyenne (kg/ha)	Coût moyen/ha
Semences certifiées AB	64	6	110	140	132	79 €
Semences de ferme	18	1	120	120	120	26 €
<b>Toutes parcelles</b>	<b>82</b>	<b>7</b>			<b>129</b>	<b>70 €</b>

- Fertilisation

Un peu plus de la moitié des parcelles d'orge de printemps a reçu des engrais organiques à une dose moyenne autour de 70 UN/ha. Une parcelle a reçu une fertilisation de fond (kiésérite). Deux parcelles, sur la même exploitation n'ont rien reçu.

#### **Caractéristiques de la fertilisation des orges de printemps – Réseau zone Centre 2007**

Type de fertilisation	Surface (ha)	Nb parcelles	Nb exploitations	Dose moyenne apportée	Coût moyen/ha
Engrais organiques	22	3	2	63 UN/ha	112 €
Compost + EO	18	1	1	11 T/ha + 75 UN/ha	160 €
Kiésérite	14	1	1	130 kg/ha	23 €
Pas de fertilisation	28	2	1	-	-
<b>Toutes parcelles</b>	<b>82</b>	<b>7</b>	<b>5</b>		<b>69 €</b>

- Désherbage

Seule une parcelle d'orge de printemps n'a pas été désherbée mécaniquement. La herse étrille a été utilisée sur la majorité des parcelles (70%). A noter qu'une parcelle d'orge a été binée.

#### **Caractéristiques du désherbage des orges de printemps – Réseau zone Centre 2007**

Matériel	Surface (ha)	Nb parcelles	Nb expl.	Nb moyen de passages
Herse étrille seule	58	5	3	1,6
Bineuse + Houe rotative	18	1	1	0,5 + 1
<b>Parcelles désherbées</b>	<b>76</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1,6</b>
<b>Parcelles non désherbées</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>Toutes Parcelles</b>	<b>82</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>1,4</b>

### 2.3.2 *Résultats économiques en 2007*

<b>Marge brute moyenne</b>	<b>Orge P</b>
Rendement moyen (q/ha)	26 q/ha
Prix unitaire moyen (€/q)	26,50 €
<b>Produit brut (/ha)</b>	<b>697 €</b>
Charges opérationnelles (/ha)	
Semences	70 €
Fertilisation	69 €
Produits autorisés	0 €
<b>Charges opérationnelles totales</b>	<b>139 €</b>
<b>Marge brute (/ha)</b>	
<b>hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>	<b>558 €</b>

Avec un rendement équivalent au triticales, l'orge de printemps dégage une marge brute bien inférieure. Ceci s'explique déjà par un prix de vente plus faible que le triticales, exprimant la difficulté de valoriser cette orge de printemps pour la brasserie, tant le marché est limité. D'autre part, les charges opérationnelles sur cette culture sont plus importantes que sur triticales, avec des semences achetées plus fréquemment et des niveaux de fertilisation bien supérieurs.



## 2.4 COLZA

Rendement moyen Réseau : 17 q/ha

Surface : 69 ha

12 parcelles - 5 exploitations

### 2.4.1 Itinéraire technique

- Semis

Les semences de ferme sont les plus fréquentes sur colza.

#### Caractéristiques des semis de colzas – Réseau zone Centre 2007

Type de semences	Surfaces (ha)	Nb parc.	Dose mini (kg/ha)	Dose maxi (kg/ha)	Dose moyenne (kg/ha)	Coût moyen/ha
Semences certifiées AB	26	4	2,8	3	2,9	69 €
Semences de ferme	42	8	3	7	5,4	3 €
<b>Total</b>	<b>69</b>	<b>12</b>	<b>2,8</b>	<b>7</b>	<b>4,2</b>	<b>28 €</b>

- Fertilisation

Une seule parcelle de colza n'a pas été fertilisée. Toutes les autres parcelles ont reçu des engrais organiques, à une dose moyenne de 100 UN/ha.

#### Caractéristiques de la fertilisation des colzas – Réseau zone Centre 2007

Type de fertilisation	Surfaces (ha)	Nb parc.	Nb exploit.	Dose moyenne N apportée par les EO	Coût moyen/ha
Engrais organique seul	39	7	3	88 UN/ha	114 €
Compost + engrais organique	22	4	1	123 UN/ha	236 €
<b>Parcelles fertilisées</b>	<b>61</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>101 UN/ha</b>	<b>157 €</b>
<b>Parcelles non fertilisées</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Toutes parcelles</b>	<b>69</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>90</b>	<b>140 €</b>

- Désherbage

La moitié des parcelles ont été désherbées mécaniquement, toujours en binage, et avec des passages à l'automne.

#### Caractéristiques du désherbage des colzas – Réseau zone Centre 2007

Matériel	Surface (ha)	Nb parcelles	Nb exploitations	Nb moyen de passages
Bineuse seule	13	3	1	2,3
Herse étrille + Bineuse	19	3	1	1 + 1
<b>Parcelle désherbées</b>	<b>32</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2,2</b>
<b>Parcelles non désherbées</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>-</b>
<b>Toutes parcelles</b>	<b>69</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>1</b>

### 2.4.2 Résultats économiques en 2007

#### Marge brute moyenne

#### Colza

Rendement moyen (q/ha)

17 q/ha

Prix unitaire moyen (€/q)

52 €

**Produit brut (/ha)**

**878 €**

Charges opérationnelles (/ha) Semences

28 €

Fertilisation

140 €

Produits autorisés

0 €

**Charges opérationnelles totales**

**168 €**

La marge brute dégagée par le colza est correcte en 2007. Les charges opérationnelles sont principalement liées à la fertilisation, l'utilisation croissante de semences de ferme conduisant à la diminution des charges liées à ce poste.

**Marge brute (/ha)**

**hors aides PAC et hors aides à l'AB**

**710 €**

## 2.5 FEVEROLE

Rendement moyen réseau : 18 q/ha

Surface : 98 ha

17 parcelles - 6 exploitations

### 2.5.1 Itinéraire technique

- Semis

Seules deux parcelles de féveroles d'hiver ont été implantées en semences certifiées. Sur l'ensemble des autres parcelles (90%), les producteurs ont eu recours à des semences fermières.

#### Caractéristiques des semis de féveroles – Réseau zone Centre 2007

	Surfaces (ha)	Nb parcelles	Dose mini (kg/ha)	Dose maxi (kg/ha)	Dose moyenne (kg/ha)	Coût moyen/ha
Féverole d'hiver	65	10	45	220	185	89 €
Féverole de printemps	34	7	160	220	190	68 €
<b>Total</b>	<b>98</b>	<b>17</b>	<b>45</b>	<b>220</b>	<b>191</b>	<b>82 €</b>

- Fertilisation

Globalement : pas de fertilisation sur les féveroles.

Cinq parcelles de féveroles (hiver et printemps), représentant 21 ha, ont reçu 11T de compost de déchets verts (44 €/ha). Ces cinq parcelles étaient situées sur la même exploitation.

- Désherbage

Les stratégies de désherbage sont propres à chaque exploitation, et ne dépendent pas du type de féverole. La herse étrille est l'outil le plus utilisé (65 % de la totalité des parcelles), et deux exploitations ont opté pour le binage. Un producteur n'a pas désherbé ses féveroles.

#### Caractéristiques du désherbage des féveroles – Réseau zone Centre 2007

Matériel	Surface (ha)	Nb parcelles	Nb exploitations	Nb moyen de passages
Herse étrille seule	50	8	3	1,3
Bineuse seule	26	3	2	2,0
Herse étrille + Houe rotative	14	3	1	3,6+2
<b>Parcelles désherbées</b>	<b>89</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>2,4</b>
<b>Parcelles non désherbées</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>-</b>
<b>Toutes Parcelles</b>	<b>112</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>1,9</b>

### 2.5.2 Résultats économiques en 2007

Marge brute moyenne		Féverole d'hiver	Féverole de printemps	Toutes féveroles
Rendement moyen (q/ha)		17,5 q/ha	20 q/ha	18,5 q/ha
Prix unitaire moyen (€/q)		32 €	27 €	30 €
<b>Produit brut (/ha) hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>		<b>565 €</b>	<b>551 €</b>	<b>560 €</b>
Charges opérationnelles (/ha)	Semences	89 €	68 €	82 €
	Fertilisation	7 €	14 €	9 €
	Produits autorisés	0 €	0 €	0 €
<b>Charges opérationnelles totales</b>		<b>96 €</b>	<b>82 €</b>	<b>92 €</b>
<b>Marge brute (/ha) hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>		<b>469 €</b>	<b>468 €</b>	<b>469 €</b>

Les marges brutes des féveroles sont pénalisées par de faibles rendements en 2007. La différence de rendements entre la féverole d'hiver et la féverole de printemps a été compensée, sur ce réseau, par une différence de prix entre ces deux types de féverole.

Les charges opérationnelles sont faibles sur ces cultures, et limitées essentiellement aux charges de semences.

## 2.6 POIS

Rendement moyen réseau : 11 q/ha

Surface : 71 ha

11 parcelles - 6 exploitations

### 2.6.1 Itinéraire technique

#### - Semis

Toutes les parcelles de pois ont été implantées en semences de ferme.

#### Caractéristiques des semis de pois – Réseau zone Centre 2007

	Surfaces (ha)	Nb parcelles	Dose mini (kg/ha)	Dose maxi (kg/ha)	Dose moyenne (kg/ha)	Coût moyen/ha
Pois d'hiver	49	7	185	220	202	70 €
Pois de printemps	21	4	150	200	160	57 €
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>11</b>	<b>150</b>	<b>220</b>	<b>190</b>	<b>66 €</b>

#### - Fertilisation

Globalement : pas de fertilisation sur les pois.

Deux parcelles de pois de printemps, représentant 14 ha, ont reçu 15T de compost de déchets verts (90 €/ha). Ces deux parcelles étaient situées sur la même exploitation.

#### - Désherbage

Plus de la moitié des parcelles de pois n'ont pas été désherbées mécaniquement. La herse étrille a été utilisée sur l'ensemble des parcelles désherbées.

#### Caractéristiques du désherbage des pois – Réseau zone Centre 2007

Matériel	Surface (ha)	Nb parcelles	Nb exploitations	Nb moyen de passages
Herse étrille seule	22	3	2	1,7
Herse étrille + Houe rotative	14	2	1	1+1
<b>Parcelles désherbées</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>1,8</b>
<b>Parcelles non désherbées</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>-</b>
<b>Toutes Parcelles</b>	<b>71</b>	<b>11</b>		<b>0,9</b>

### 2.6.2 Résultats économiques en 2007

Marge brute moyenne		Pois d'hiver	Pois de printemps	Tous pois
Rendement moyen (q/ha)		11 q/ha	11 q/ha	11 q/ha
Prix unitaire moyen (€/q)		31 €	39 €	34 €
<b>Produit brut (/ha)</b>		<b>341 €</b>	<b>438 €</b>	<b>369 €</b>
Charges opérationnelles (/ha)	Semences	70 €	57 €	66 €
	Fertilisation	26 €	0 €	18 €
	Produits autorisés	0 €	0 €	0 €
<b>Charges opérationnelles totales</b>		<b>96 €</b>	<b>57 €</b>	<b>84 €</b>
<b>Marge brute (/ha) hors aides PAC et hors aides à l'AB</b>		<b>244 €</b>	<b>381 €</b>	<b>285 €</b>

Les marges brutes des pois sont pénalisées par de très faibles rendements en 2007. Les pois de printemps ont bénéficié, sur ce réseau, de prix supérieurs aux pois d'hiver, ce qui leur permet de dégager une meilleure marge brute.

Les charges opérationnelles sont faibles sur ces cultures, et limitées essentiellement aux charges de semences.

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Les données de la campagne 2007 du réseau d'exploitations grandes cultures biologiques de la zone Centre ont abouti à des résultats technico-économiques par grands types de cultures. La poursuite de la collecte des données, ainsi que leur traitement apportera une approche pluriannuelle permettant de gommer l'effet année observé en 2007 suite à des conditions climatiques difficiles, et prenant en compte les variations de prix constatés d'une campagne à l'autre. Cette approche pluriannuelle permettra aussi d'amorcer un travail sur les rotations, en traitant les résultats des couples cultures – précédents (sur blé principalement).

# E VALUATION DES COÛTS DE PRODUCTION EN GRANDES CULTURES BIOLOGIQUES

**Jean-François GARNIER**

*Arvalis Institut du végétal*

*Service des études économiques - Station expérimentale - 91 720 Boigneville*

*Tél : +33 (0)1 64 99 22 75 - E-mail : [jf.garnier@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:jf.garnier@arvalisinstitutduvegetal.fr)*

*D'après un travail de Pierre-Emilien Rouger*

## RESUME

Pour cette étude, 32 exploitants biologiques spécialisés dans la production céréalière ont été enquêtés. Ils sont répartis dans deux zones : les Pays de la Loire et la zone Centre/Île de France. Les données collectées ont permis de calculer les coûts de production par culture dans chaque exploitation biologique.

Il faut noter qu'il existe une grande diversité des coûts de production entre exploitants et entre zones. La structure des exploitations, les niveaux de rendement ainsi que la présence d'élevage ont un impact sur les résultats observés.

Le coût de production moyen du blé sur l'échantillon Centre Ile-de-France est de 293 €/T pour un rendement moyen de 3.7 T/ha et celui des Pays de la Loire de 254 €/T pour un rendement moyen de 4.1 T/ha. Sur l'ensemble de notre échantillon, la marge nette moyenne à l'hectare dans un contexte de prix moyen-bas est de 440 €/ha.

## INTRODUCTION

Le calcul de marges brutes ou nettes est très dépendant du prix de vente. Or les prix sont très fluctuants, particulièrement en agriculture biologique où la taille modeste du marché amplifie les variations de prix. C'est pourquoi il peut être intéressant de raisonner en coût de production.

Le coût de production est un indicateur économique qui représente l'ensemble des charges mises en œuvre pour produire une tonne de culture de vente. Il renseigne sur la pérennité d'une exploitation. Les agriculteurs biologiques manquant de références sur ces coûts, l'objectif de cette étude est de les étudier et de les analyser.

Après une étude détaillée sur le coût de production du blé, nous présenterons plus sommairement les marges et coûts de production de différentes cultures.

## 1 METHODES

### 1.1 Choix des régions et des exploitations

Des enquêtes ont été réalisées auprès d'exploitants agricoles biologiques appartenant à deux zones : la région Pays de la Loire et la zone céréalière Centre/Île de France. L'objectif de l'étude étant le calcul des coûts de production en céréales biologiques, nous avons axé nos enquêtes sur des exploitations ayant des surfaces importantes en grandes cultures et n'ayant pas d'élevage de ruminants donc pas de prairies pâturées. Les exploitations sélectionnées sont déjà entièrement ou partiellement converties à l'agriculture biologique afin d'éviter le biais de la période de conversion.

Les Pays de la Loire sont la deuxième région productrice de céréales biologiques française derrière le Midi-Pyrénées. Le Centre et l'Île de France sont parmi les premières régions productrices de céréales conventionnelles françaises.

### Représentativité de l'échantillon :

Pour les Pays de la Loire et la zone Centre/Île de France, la surface enquêtée représente respectivement 19 % et 15 % des surfaces en céréales et oléo protéagineux biologiques. La surface des exploitations enquêtées se situe dans le même ordre de grandeur que la moyenne des exploitations autour de 110 ha.

### 1.2 Méthodes de calcul utilisée

Pour calculer les coûts de production, nous avons utilisé la méthode Arvalis de calcul de coût de production complet (logiciel Compéti-lis®) :

$$\text{Coût de production complet} = \frac{\text{Intrants} + \text{charges mécanisation} + \text{charges MO} + \text{Fermage} + \text{ACF}}{\text{Rendement de la culture}}$$

*Charges MO = Charges de main d'œuvre totale ( y compris la main d'œuvre familiale)*

*Fermage = 100% de la SAU est en fermage*

*ACF = Autres Charges Fixes (y compris la rémunération des capitaux propres)*

Le coût de production complet rémunère l'ensemble des facteurs de production mobilisés lors du cycle de production, y compris ceux qui n'ont pas donné lieu à un décaissement (rémunération des capitaux propres et de la main d'œuvre familiale, tout fermage). Ce coût de production renseigne donc sur la pérennité de l'exploitation. De plus, dans les charges de mécanisation, l'amortissement du matériel pris en compte est technique et non comptable. Les rendements sont des rendements moyens demandés aux agriculteurs lors des enquêtes. L'itinéraire technique est lui proche de celui de 2007.

Nous sommes partis d'une méthode destinée à l'évaluation des coûts de production en conventionnel, mais dans certains cas il existe des spécificités à l'agriculture biologique.

Ainsi, l'utilisation de fertilisant organique à minéralisation lente impose de répartir le coût de cette charge sur plusieurs années :

- *Engrais organique à minéralisation rapide ou directement assimilable* : Pour les fientes de volailles, la vinasse ou les farines de plume, nous affectons la totalité du coût de fertilisation à la culture de l'année.
- *Engrais non minéralisé totalement la première année* : La répartition au cours des années peut être assez variable en fonction des conditions pédoclimatiques. Cependant pour une facilité de calcul, nous avons fixé les parts d'azote redistribuées en fonction des années. Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 1 : Répartition des coûts de l'engrais par an pour différents amendements.**

	1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>ème</sup> année	3 <sup>ème</sup> année
<b>Fientes de volailles</b>	<b>100 %</b>	-	-
<b>Fumier de bovins, porcins ou équins</b>	<b>40 %</b>	<b>30 %</b>	<b>30 %</b>
<b>Compost de fumier de bovins, porcins ou équins</b>	<b>20 %</b>	<b>40 %</b>	<b>40 %</b>
<b>Compost de déchets verts</b>	<b>33 %</b>	<b>33 %</b>	<b>33 %</b>

Les charges réelles liées aux coûts des engrais organiques ainsi que les charges de mécanisation correspondantes sont ensuite ventilées aux cultures des 3 années après l'apport en fonction de la nature des produits.

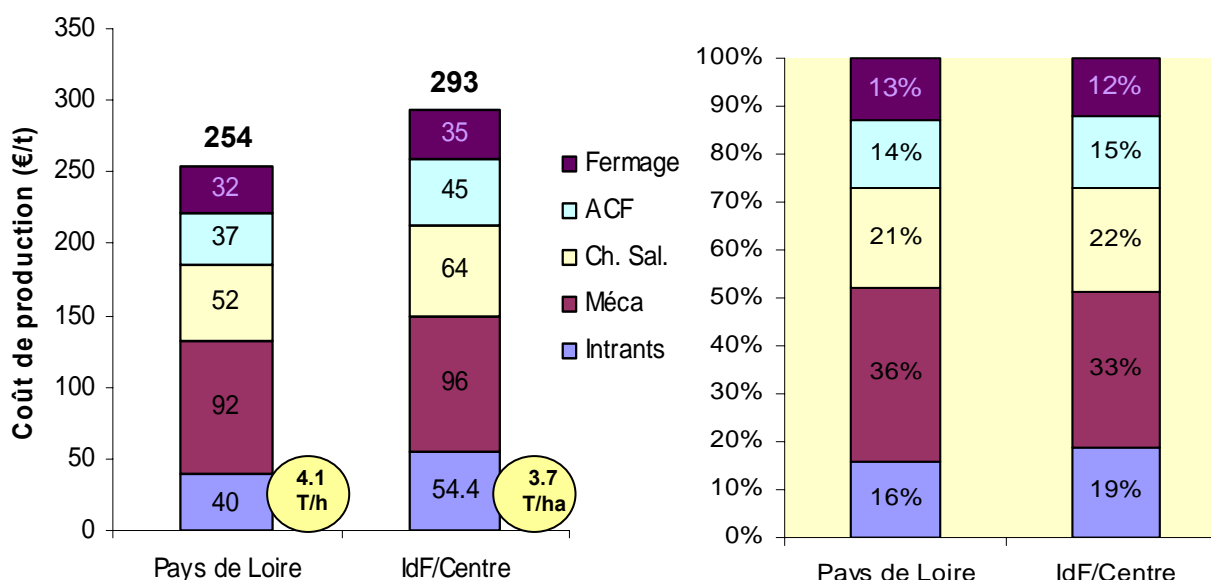
- *Engrais vert* : De la même façon, nous répartissons les charges liées à ces cultures dans le cas où celles-ci ne sont pas valorisées ou si la marge dégagée est négative. On a ainsi la répartition de l'arrière effet comme indiqué dans le tableau suivant :

**Tableau 2 : Répartition du coût de la part d'azote assimilable refournie au sol après destruction.**

	Destruction + 1an	Destruction + 2 ans	Destruction + 3 ans
<b>Luzerne</b>	<b>40 %</b>	<b>30 %</b>	<b>30%</b>
<b>Trèfle d'un an</b>	<b>50 %</b>	<b>50 %</b>	-
<b>Interculture Engrais vert</b>	<b>60 %</b>	<b>40 %</b>	-

## **2 COMPARAISON DES COMPOSANTES DU COUT DE PRODUCTION DU BLE BIOLOGIQUE PAR ZONE :**

### 2.1 Des coûts de production plus faibles en Pays de la Loire

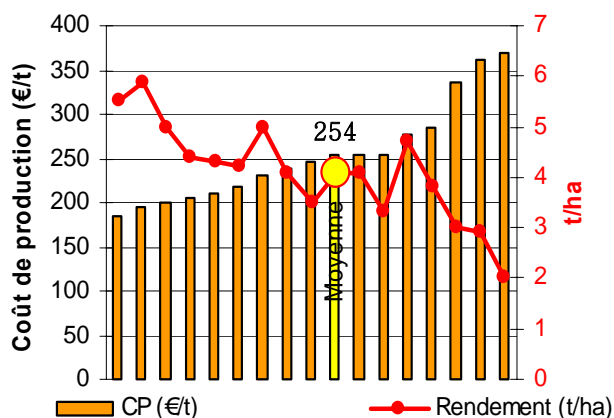


**Figure 1 – Répartition du coût de production par poste pour les deux zones**

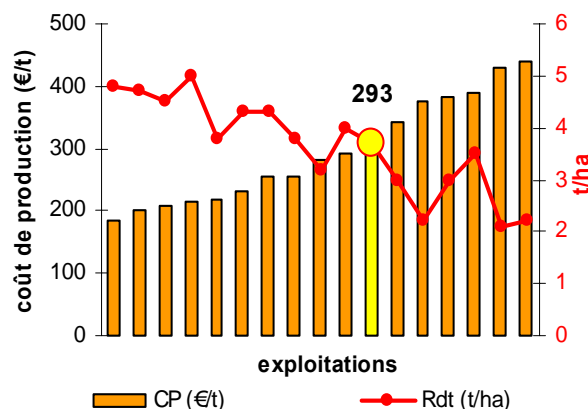
Le rendement moyen des exploitations enquêtées en Pays de la Loire (4.1 T/ha) est supérieur à celui des exploitations de Centre/Île de France (3.7 T/ha).

Leurs coûts de production s'en trouvent réduits, car pour des charges totales à l'hectare à peu près équivalente (environ 1000 €/ha), le rendement moyen plus élevé entraîne un coût de production moindre. (254 €/T en pays de la Loire contre 293 €/T en Centre Ile-de-France).

En proportion, les charges de mécanisation sont plus faibles en Centre Ile de France. Par contre, les charges d'intrants sont supérieures. Les autres postes de charges sont à peu près équivalents.



Pays de la Loire



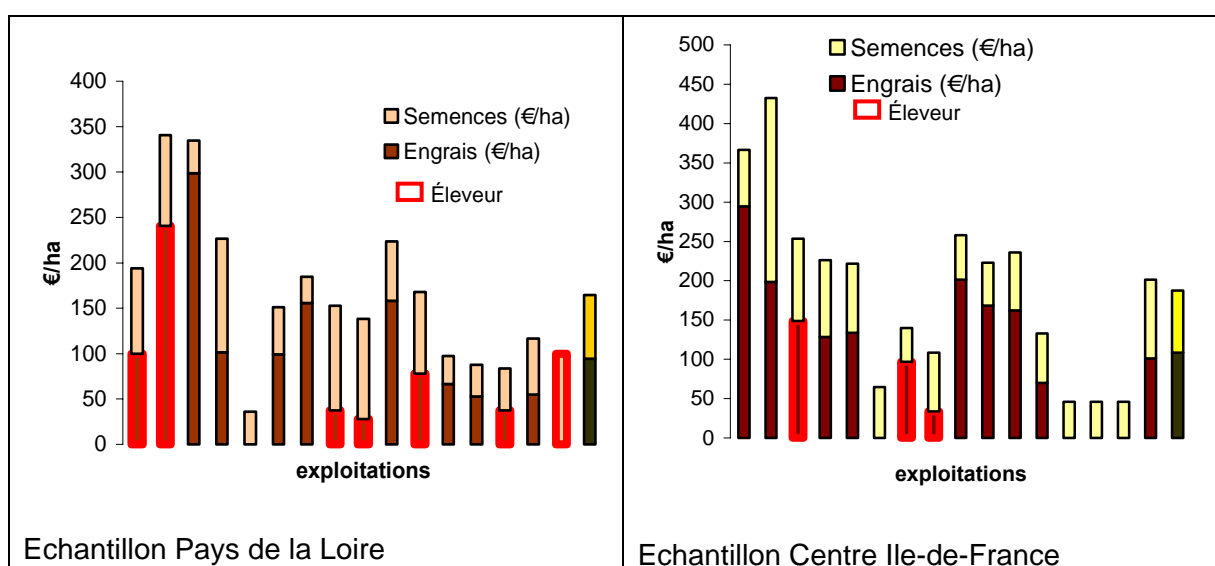
Centre Ile-de-France

**Figure 2 – Coût de production par exploitation**

Il faut insister sur la variabilité des coûts de production d'un agriculteur à l'autre dans nos deux échantillons. Néanmoins, on observe une corrélation inversement proportionnelle entre rendement et coût de production.

Pour la suite, on s'intéressera aux deux postes de charges qui varient le plus entre agriculteurs et qui ont une répartition significativement différente dans nos deux échantillons, c'est-à-dire les charges d'intrants et les charges de mécanisation.

## 2.2 Des charges en intrants très variables, plus faible en Pays de la Loire



**Figure 3 – Charges d'intrants par exploitation**

Les intrants regroupent essentiellement les engrais (hors charges d'épandage) et les semences.

Concernant les engrais, et dans les deux échantillons, on observe une variabilité très importante (de 0 à 300 €/ha) due à leur provenance : les agriculteurs qui possèdent un élevage ont logiquement des coûts d'engrais plus faibles. La plus forte présence d'élevages dans l'échantillon des Pays de la Loire explique que les agriculteurs biologiques de cette région ont, en moyenne, une charge d'engrais inférieure (environ 95 €/ha contre 110 €/ha en Centre/Ile-de-France).



Quant aux coûts de semences, leur importante variabilité est la conséquence de la répartition entre semences fermières et semences certifiées. Le coût moyen de la semence à l'hectare est d'environ 75 €.

### 2.3 Des charges de mécanisation légèrement plus faible en centre Ile-de-France

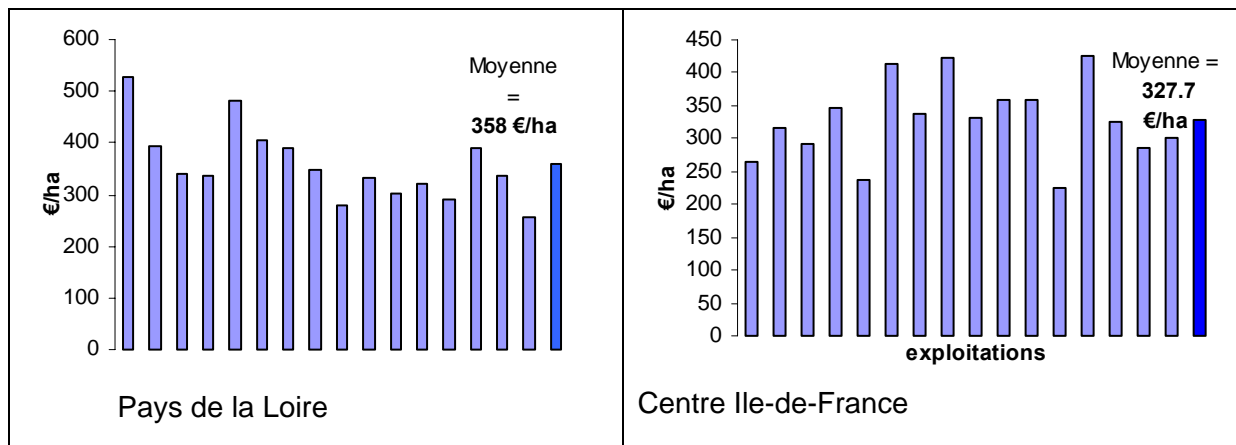


Figure 4 – Comparaison des charges de mécanisation

Les différences de charges de mécanisation entre agriculteurs s'expliquent en partie par le mode de gestion du matériel et par la dimension des exploitations. Les agriculteurs qui font beaucoup appel à la CUMA ou pratiquent la copropriété ont des coûts inférieurs. De même, les grandes exploitations amortissent leur matériel sur de plus grandes surfaces et ont des charges de mécanisation plus faible. L'autre cause de variabilité est l'itinéraire technique. En Centre Ile-de-France, les charges de mécanisation légèrement plus faibles peuvent s'expliquer par des passages d'outils moins fréquents et donc des charges de mécanisation diminuées. Les temps de traction moyens observés dans cette zone sont inférieurs à ceux des Pays de la Loire (4.8 h/ha contre 5.6 h/ha)

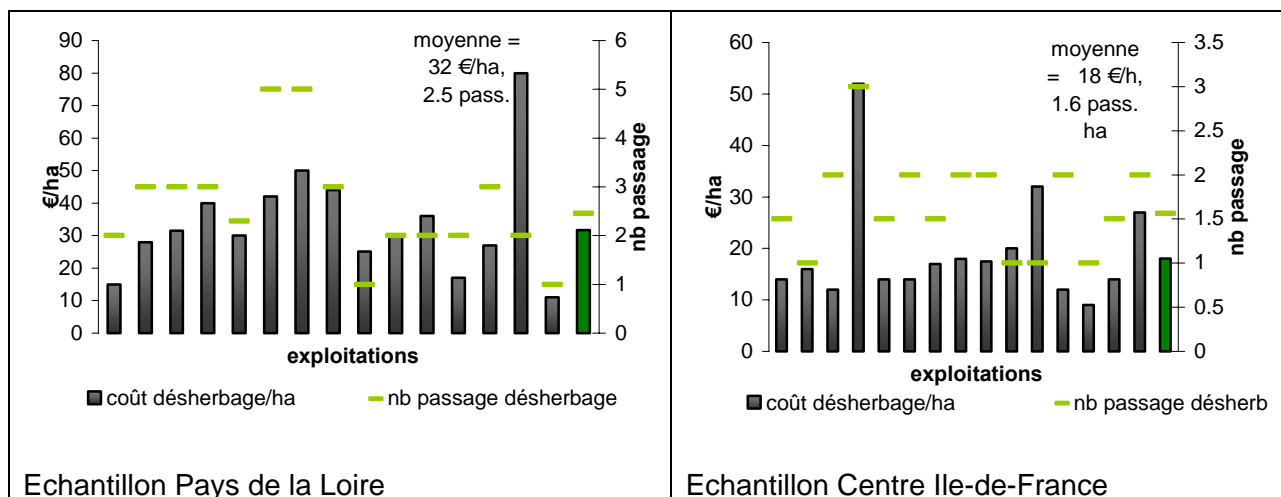


Figure 5 – Comparaison du désherbage mécanique

Le matériel utilisé pour désherber les cultures en production biologique est très spécifique. Il peut donc être intéressant de voir quelle part est destinée à ce genre d'opération dans les charges de mécanisation. Ramené au nombre de passage on a un coût moyen d'environ 12 €/passage.

Cependant ce coût varie en fonction du type d'outil utilisé. Ainsi la herse étrille est moins chère que la bineuse qui est elle-même moins chère que la houe rotative. Certains agriculteurs associent plusieurs outils afin de maximiser l'efficacité du désherbage.

Pour les agriculteurs AB de Centre/Île de France, la part consacrée au désherbage mécanique est moins importante qu'en Pays de la Loire. En moyenne, 1,6 passage (de 1 à 3 passages selon les agriculteurs) est réalisé en Centre Ile-de-france contre 2,5 passages en Pays de la Loire (de 1 à 5 passages).

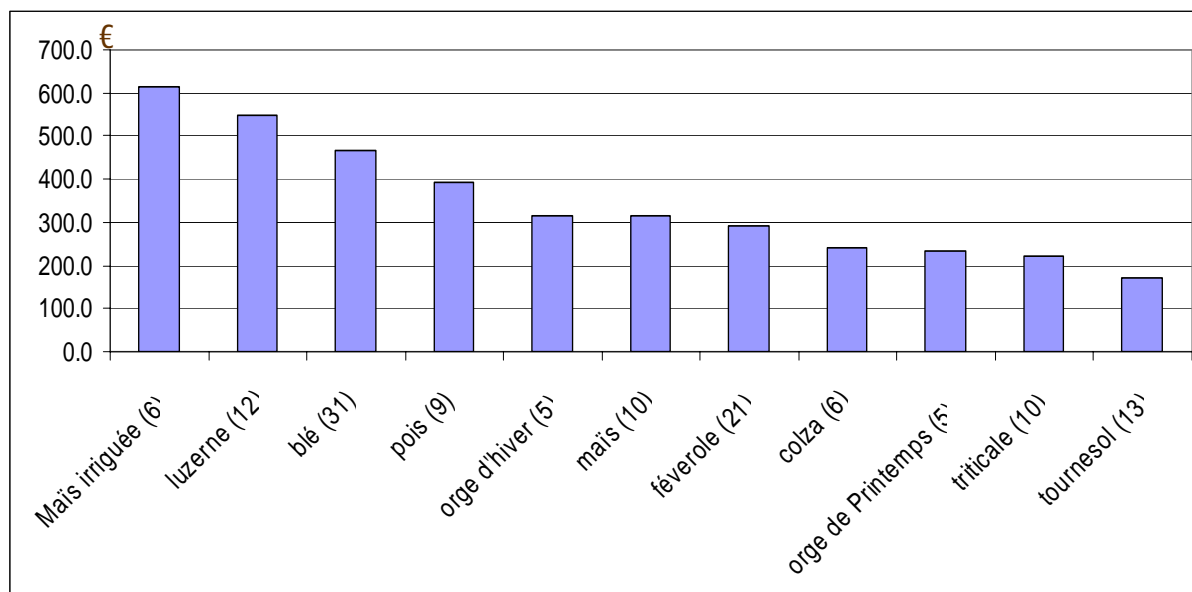
### 3 MARGES ET COUT DE PRODUCTION DES AUTRES CULTURES :

Le blé est une des cultures les mieux valorisées en grandes cultures biologiques c'est pourquoi il est important de s'intéresser également aux autres cultures présentes dans la rotation. Nous chercherons donc par la suite à déterminer les marges nettes et les coûts de production des différentes cultures les plus souvent rencontrées dans l'échantillon.

#### 3.1 Marges nettes

La marge nette correspond à ce qui reste à l'agriculteur une fois retirées au produit de la culture (rendement x prix de vente + indemnités) les différentes charges engagées dans la culture : intrants, charges de mécanisation, charges de main d'œuvre (salaires et charges sociales) et les autres charges de fixes (charges diverses et fermage complet). La rémunération des capitaux propres et de la main d'œuvre familiale n'est pas prise en compte.

Cet indicateur permet de mettre en avant la rentabilité d'une culture alors que le coût de production permet de se situer par rapport à un prix de vente et de mesurer ses performances économiques. Ces deux indicateurs sont donc complémentaires.



**Figure 6 – Marges nettes par cultures**

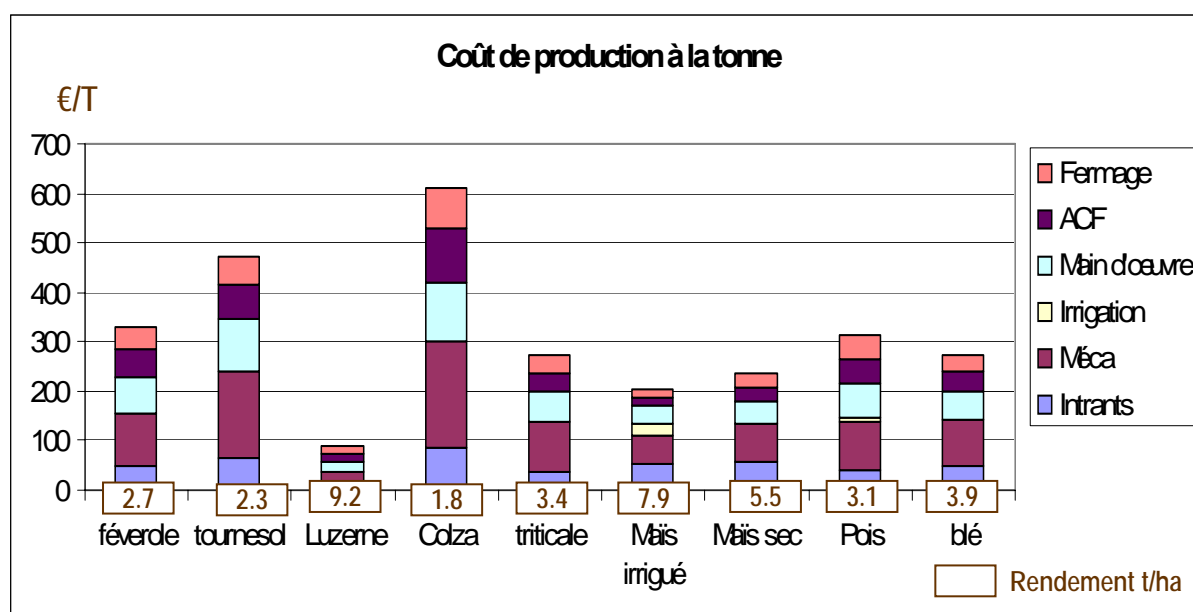
( ) : Nombre de cas dans l'échantillon

La figure 6 donne une idée de la marge de différentes cultures dans un contexte de prix de vente bas (ex prix de vente du blé 240 €/t).

Avec ce contexte, la marge nette à l'hectare moyenne est de 440 €/ha. Cette marge moyenne est très variable selon les exploitations : de 100 €/ha à 900 €/ha avec un écart type de 220 €. Cette marge nette à l'hectare s'explique également par la présence de cultures spécifiques souvent très bien valorisée dans l'assolement (ex : lentille, cameline, haricots...)

### 3.2 Coût de production

Les calculs des marges sont très dépendants des prix. Afin de se détacher de cette contrainte prix et d'étudier la compétitivité au niveau de la culture on étudie les coûts de production de chaque culture.



Les données sur le maïs et le pois prises en compte ici sont en grande majorité issues de l'échantillon des Pays de la Loire. En outre, il faut prendre ces résultats avec précaution car le nombre de cas étudiés est plus faible que pour le coût de production du blé, notamment pour le maïs irrigué, le pois et le colza où l'échantillon est inférieur à 10 exploitations.

Si on met à part la luzerne dont le coût de production est difficile à analyser car les modes de valorisation et les charges induites sont très différentes, c'est le maïs irrigué, avec un rendement moyen de 7.9 t/ha, qui a le coût de production le plus faible. Le blé et le triticale ont des coûts de production équivalents, autour de 275 €/t. Féverole et pois ont également des coûts de production dans le même ordre de grandeur, soit légèrement supérieurs à 300 €/t. Le colza, avec un rendement moyen de 1.8 t/ha, a le coût de production le plus élevé autour de 610 €/t, même s'il faut considérer que la variabilité entre agriculteurs est très forte.

Enfin, l'importance des charges de mécanisation dans le coût de production est vérifiée pour toutes les cultures.

## CONCLUSION

Le coût de production des cultures en agriculture biologique est supérieur au conventionnel surtout car le rendement est largement inférieur. En effet, le niveau total des charges étant du même ordre de grandeur, l'écart du coût de production s'explique essentiellement par les rendements plus faibles en bio.

La répartition des charges est différente : les intrants sont le poste le plus important en conventionnel, plus du quart des charges. Par contre en bio ce sont les charges de mécanisation représentant plus du tiers des charges qui sont les plus importantes. L'agriculteur biologique ne peut en effet maîtriser la flore adventice que par la rotation et le désherbage mécanique. Ceci implique des charges de mécanisation élevées à cause de la multiplication des outils de travail du sol.

La multiplication des passages d'outils n'implique pas forcément une augmentation du temps de traction à l'hectare (les débits de chantier de la herse étrille ou de la houe rotative sont assez élevés). Même si d'un type de rotation à un autre, ce temps est assez variable en bio, il est à peu près équivalent, à celui observé généralement en production conventionnelle. En effet à technique de semis équivalente (déchaumage, labour et semis), les passages supplémentaires de faux-semis et de désherbage (herse étrille, houe rotative ou bineuse) réalisés par les agriculteurs biologiques sont équivalents aux passages de traitement et de fertilisation des conventionnels

D'autres paramètres sont en faveur de la production biologique. C'est le cas des charges d'intrants. En conventionnel, les charges de phytosanitaires, de semences et d'engrais ont fortement augmenté de 2004 à 2007 (respectivement + 40%, + 15% et + 40 %). Elles étaient déjà prépondérantes par le passé mais ces augmentations continuent de creuser l'écart entre les charges d'intrants en bio et en conventionnel. Ainsi, dans le coût de production, leur part est quasiment deux fois moins importante en bio. Cependant, avec l'augmentation du coût des engrais minéraux, les agriculteurs conventionnels se tournent de plus en plus vers les engrais organiques ce qui a pour effet une augmentation de leurs prix. De la même façon on note un intérêt croissant des conventionnels pour les engrais verts à base de légumineuse.

La notion de risque est un autre élément à considérer pour les grandes cultures biologiques, du fait de la forte variabilité interannuelle des rendements. Ceci n'est pas pris en compte dans l'étude (rendements moyens) mais peut être important au niveau de l'exploitation. Un objectif est donc de régulariser ces rendements notamment par une meilleure maîtrise technique.

## COMPAREZ LA RENTABILITE D'UNE CULTURE MENEES EN BIO ET EN CONVENTIONNEL

**Pierre PRADALIE**  
**FRC2A Midi-Pyrénées**  
Avenue de l'Agrobiopôle  
BP 82256 -Auzeville  
31322 CASTANET-TOLOSAN  
Tel : 05.61.75.42.82

**Alain LARRIBEAU**  
**QUALISOL**  
Quartier Carrel  
BP 67 - 82102  
CASTELSARRAZIN  
Tel : 05.63.95.12.12

### RESUME

- ☞ Vous désirez savoir quel serait votre résultat économique, **si vous passiez en bio** ?
- ☞ Vous désirez savoir quel rendement atteindre ou quel prix obtenir pour avoir une **activité rentable** autant en **bio** qu'en **conventionnel** ?

### INTRODUCTION

Depuis, quelques années, l'évolution du nombre de conversions dans le Sud Ouest, comme dans la très grande majorité des régions de France, stagne ! Aussi, les coopératives conventionnelles désireuses de développer leur activité bio profitent de leurs réunions de secteurs ou de zones, réunion technico-économiques regroupant les adhérents conventionnels et bio d'une zone de collecte, pour initier des discussions autour de l'Agriculture Biologique. Cependant, pour rendre les débats moins passionnés et recadrer les réflexions, les coopératives ont créé un « outil » pour échanger sur les résultats technico-économiques des deux modes de productions avec leurs adhérents.

### 1 PRESENTATION DE L'OUTIL : COMPARATIF DE 9 CULTURES

Dans le cadre de l'organisation des « Culturelles Sud » qui se sont tenues à Montesquieu-Lauragais les 4 et 5 juin 2008, Arvalis a demandé aux acteurs de développement de la filière bio d'organiser un pôle Bio. Aussi, la Fédération Régionale des Coopératives Agricoles et Agro-alimentaires de Midi-Pyrénées, Interbio Midi-Pyrénées et la Chambre Régionale d'Agriculture ainsi que les coopératives céréalières du Sud-Ouest ayant une activité Bio, ont travaillé à la mise en place d'un « outil de discussion » permettant de simuler la marge brute en faisant varier les prix et les rendements.

Cet outil, principalement destiné aux céréaliers en phase de réflexion pour une conversion vers le mode de production Bio, a pour objectif de montrer aux céréaliers conventionnels qu'il est possible de vivre correctement en Bio et ce en effectuant des simulations qui détermineront la marge brute des 9 cultures présentés dans l'outil.

Les résultats obtenus à partir des simulations constituent les bases d'une discussion technico-économique entre les céréaliers conventionnels, bio et les techniciens bio des coopératives, des chambres ou des GAB.

Tableau n°1 : exemples de résultats d'une simulation

**RENDEMENTS EQUIVALENTS Bio/Conventionnel**

Marges Brutes €/ha	BLE TENDRE		BLE DUR		ORGE		COLZA		MAIS		TOURNESOL		SOJA		SORGHO		POIS	
	CONV	BIO	CONV	BIO	CONV	BIO	CONV	BIO	CONV	BIO	CONV	BIO	CONV	BIO	CONV	BIO	CONV	BIO
MB 500 €	51	26	38	21	55	27	29	12	83	47	19	14	27	18	64	35	37	23
MB 550 €	54	27	40	22	58	29	31	13	86	49	20	14	29	19	68	37	39	25
MB 600 €	57	28	42	23	61	30	32	14	88	51	22	15	30	20	71	39	42	26
MB 650 €	60	30	44	24	65	32	34	14	91	52	23	16	32	21	74	40	44	28
MB 700 €	63	31	46	25	68	34	35	15	94	54	24	17	34	22	77	42	47	29
MB 750 €	65	33	48	26	71	35	37	16	97	55	25	18	35	23	81	44	49	31
MB 800 €	68	34	50	27	74	37	38	17	100	57	27	19	37	24	84	45	52	32
MB 850 €	71	36	52	28	77	39	40	17	103	58	28	19	38	25	87	47	54	33
MB 900 €	74	37	54	30	80	40	42	18	106	60	29	20	40	26	90	49	57	35
MB 950 €	76	38	56	31	83	42	43	19	109	62	30	21	41	27	93	50	59	36
MB 1 000 €	79	40	58	32	86	44	45	19	112	63	32	22	43	27	97	52	62	38
MB 1 050 €	82	41	60	33	90	45	46	20	115	65	33	23	44	28	100	54	64	39
MB 1 100 €	85	43	62	34	93	47	48	21	118	66	34	24	46	29	103	55	67	41
MB 1 150 €	88	44	64	35	96	49	49	22	121	68	35	24	48	30	106	57	69	42
MB 1 200 €	90	46	66	36	99	50	51	22	124	69	37	25	49	31	110	59	72	43

Chiffres non contractuels : les Marges Brutes sont calculées sur des prix simulés sur la prochaine campagne avec des coûts d'intrants 07- 08.



**L'ITAB organise chaque année une  
Journée Technique  
Grandes Cultures Biologiques.**

**Une rencontre entre producteurs, techniciens, chercheurs,  
opérateurs de l'aval qui vise à faire le point sur les dernières  
avancées techniques.**

**En 2009, cette rencontre est organisée en partenariat avec  
Arvalis-Institut du Végétal et a pour thèmes :**

**■ Azote, matières organiques et engrais verts**

Comment assurer une bonne alimentation azotée des cultures, par la culture de légumineuses ou d'engrais verts dans le cadre de rotations appropriées, et l'apport d'effluents d'élevage ou d'autres matières organiques ?

**■ Rentabilité des systèmes de grandes cultures biologiques**

Quelle rentabilité pour les systèmes de grande culture biologiques ?  
Quels résultats économiques et coûts de production des systèmes  
céréaliers ?



149, rue de Bercy  
75 595 PARIS Cedex 12  
Tél.: 01.40.04.50.64  
[www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr)



3, rue Joseph et Marie Hackin  
75116 PARIS  
Tél.: 01.44.31.10.00  
[www.arvalisinstitutduvegetal.fr](http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr)