

| Organismes partenaires et associés | Contacts |
|--------------------------------------|--|
| Institut de l'Élevage | Sylvie Hacala |
| CTIFL | Christiane Raynal |
| Arvalis-Institut du Végétal | Philippe Viaux |
| ITAB | Blaise Leclerc |
| INRA Bordeaux | Bernard Le Clech et Christian Morel |
| INRA Grignon, associé à l'ISARA Lyon | Muriel Valantin Morison et Christophe David |
| INRA Reims | Bernard Nicolardot |
| INRA Toulouse, associé au CREAB | Eric Justes et Loïc Prieur |
| ENITA Clermont-Ferrand | Nathalie Vassal et Mathieu Capitaine |

Les partenaires de Fertiagribio

Des contributions variées et complémentaires

Le programme a réuni des chercheurs et des ingénieurs qui proviennent à la fois d'instituts de recherche ou de structures d'enseignement (INRA, ENITAC, ISARA) et d'instituts techniques (CTIFL, Institut de l'Élevage, ITAB, Arvalis-Institut du Végétal). Ce partenariat rassemble des compétences com-

plémentaires qui ont permis d'aborder les différentes questions posées, en faisant appel à différentes techniques : enquêtes, bilans, essais au champ, tests en laboratoire ...

Dans la première partie de ce dossier nous présenterons les travaux du CTIFL et de l'INRA de Reims (article de Christiane Raynal et Bernard Nicolardot, page 14), de l'Institut de l'Élevage (article de Sylvie Hacala, page 18)

Une journée d'échange en février 2007

En complément de ce dossier, une journée d'échange sera organisée entre le 6 et le 8 février 2006, dans le cadre des rencontres techniques des commissions agronomie et grandes cultures de l'ITAB. Les partenaires de Fertiagribio pourront ainsi répondre en direct aux questions que vous vous posez sur la fertilisation en agriculture biologique.

Contact

Blaise Leclerc
BP 16 - 84160 CUCURON
Tél : 04 90 77 17 93
Fax : 04 90 77 11 23
E mail : blaise.leclerc@wanadoo.fr

et ceux de l'INRA Bordeaux (article de Christian Morel *et al.*, page 23). Les autres contributions (INRA de Grignon et ISARA Lyon, INRA Toulouse et CREAB, Arvalis-Institut du Végétal) paraîtront dans la suite du dossier, dans le prochain numéro d'Alter Agri. ■

Une meilleure connaissance des engrais et amendements organiques utilisés en bio

Par Christiane Raynal (CTIFL¹) et Bernard Nicolardot (INRA²)

Dans le cadre du programme Fertiagribio, une étude des engrais et amendements organiques utilisés par les agriculteurs biologiques a été menée par le CTIFL, en partenariat avec l'INRA de Reims. Elle a permis d'acquérir des données directement utilisables par les agriculteurs biologiques quels que soient leurs systèmes de production (maraîchage, arboriculture, grandes cultures).

Quel que soit le système de culture, les agriculteurs biologiques ont besoin de références sur les engrais et amendements organiques qu'ils utilisent. Une étude de ces produits organiques était donc nécessaire dans le cadre du programme Fertiagribio. Elle a permis de

compléter les connaissances de leur comportement dans le sol d'une part vis-à-vis de la fourniture en azote minéral, et d'autre part sur leur capacité en enrichir le stock en matière organique du sol. Ces propriétés ont été approchées par des tests d'incubation en

conditions contrôlées et une caractérisation biochimique des produits organiques. Ces nouvelles connaissances concernent des produits organiques qui sont de plus en plus utilisés en agriculture biologique, pour lesquels on manquait de références. Ces produits sont

souvent nouveaux sur le marché, comme les soies de porcs en provenance d'Espagne, ou les composts issus de plates-formes de co-compostage, de plus en plus nombreuses en France. Les résultats obtenus permettront aux équipes INRA associées au programme de compléter le paramétrage des modèles³ prédictifs de minéralisation de l'azote (STICS, Azodyn-Org) (INRA Toulouse, INRA Grignon et ISARA Lyon).

Quinze produits organiques étudiés

Une enquête par sondage auprès des techniciens conseillers en agriculture biologique, des fabricants, des responsables de plates-formes de compostage, a permis de recenser les produits organiques les plus utilisés en agriculture biologique et de préciser les analyses à réaliser. Ensuite, la liste des produits organiques retenus pour analyse a été établie selon plusieurs critères :

- niveau de représentation des produits organiques dans la pratique (en tenant compte de l'évolution de la gamme des produits proposés) ;
- défaut de données analytiques précises et complètes concernant ces produits organiques en question, état de la situation déduit de la synthèse des résultats disponibles ;
- intérêt technique (références pour raisonner les apports organiques en agriculture biologique) et scientifique (paramétrage des modèles).

Ainsi, quinze produits ont été sélectionnés (tableau 1) : cinq de type engrais et dix de type amendement.

Les produits retenus ont fait l'objet de travaux analytiques répartis en trois groupes :

- analyse de la composition chimique : N total, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, C total, C organique, humidité et pourcentage de matière sèche ;
- fractionnement biochimique et évaluation de la stabilité de la matière organique : ISB⁴ et CBM⁵ ;
- potentiel de minéralisation de l'azote et du carbone du produit en incubation en conditions contrôlées de laboratoire (température 28°C et humidité à la capacité de rétention en eau - pF 2,8, durée 91 jours). Ils rendent compte de la dynamique et du potentiel de minéralisation du produit.

Le programme d'analyses a été confié au LDAR⁶ à Laon.

Il est à noter que la norme NFU 44-051 "Amendements organiques" révisée prévoit des éléments de marquages supplémentaires par rapport à l'ancienne version, pour une meilleure information de l'utilisateur. Parmi ceux-ci, deviendront obligatoires la classification agronomique du produit basée sur le fractionnement biochimique d'une part, le potentiel de minéralisation du carbone et de l'azote, via les tests d'incubation, d'autre part.

Des teneurs en azote du simple au quintuple

La teneur en azote total (g/100 g produit sec) varie de 3,8 à 14,3% pour les engrais organiques et de 0,8 à 3,4% pour les amendements (tableau 1).

La teneur en azote total (g/100 g produit sec) varie de 3,8 à 14,3% pour les engrais organiques et de 0,8 à 3,4% pour les amendements (tableau 1).

Dans le cas des engrais organiques, l'azote se trouve principalement sous forme organique alors que la proportion d'azote minéral peut atteindre des niveaux élevés pour certains amendements organiques (20 à près de 50% de l'azote total du produit), en grande partie sous forme ammoniacale.

Les soies de porc, produit de plus en plus employé en substitution aux farines de plume, présentent des teneurs importantes en azote.

¹ CTIFL - Centre de Lanxade - 24130 La Force - Tél. : 05 53 58 00 05 - Fax : 05 53 58 17 42 - E-mail : bardet@ctifl.fr

² INRA - Unité d'agronomie de Laon-Reims-Mons 2 esplanade R. Garros - BP 224 - 51686 Reims Tél. : 03 26 77 35 83 Fax : 03 26 77 35 91 E-mail : nicolard@reims.inra.fr

³ Ces modèles seront présentés dans la suite du dossier FertiagriBio (prochain n° d'Alter Agri).

⁴ Indice de Stabilité Biochimique

⁵ Caractérisation Biochimique de la Matière organique

⁶ Laboratoire Départemental d'Analyses et de Recherche (Laon, 02)

| | Nature du produit | C total | N total | N minéral |
|------------------------|--|-----------------------|---------|-------------|
| | | (g/100 g produit sec) | | (% N total) |
| Engrais organiques | Concentré de vinasse de betterave (Orgafor) | 26,8 | 4,19 | 5 |
| | Dérivé de la production de levure (Cedabior) | 34,2 | 4,19 | 2,8 |
| | Compost avicole et végétal (Orgaliz B+) | 32,2 | 4,44 | 10,1 |
| | Guano + farine de plume (Guanomag) | 17,7 | 3,78 | 8,7 |
| | Soies de porc | 48,8 | 14,33 | 1,8 |
| Amendements organiques | Déchets verts + fientes | 13,7 | 1,23 | 3,7 |
| | Fumier de cheval | 44,0 | 1,42 | 21,1 |
| | Déchets verts + fumier de cheval | 19,2 | 1,32 | 1,3 |
| | Fumier de volailles composté | 30,8 | 3,42 | 20,8 |
| | Compost fumier de cheval 4 semaines | 39,3 | 1,65 | 7,9 |
| | Fumier de cheval frais | 42,4 | 1,35 | 49,6 |
| | Fumier de cheval composté | 34,4 | 1,92 | 4,2 |
| | Compost de déchets verts + fientes | 35,7 | 3,29 | 34,7 |
| | Déchets verts + fumier de bovins | 7,6 | 0,79 | 6,3 |
| | Fumier + tourteaux compostés (Vegor 70) | 39,5 | 2,84 | 9,2 |

Tableau 1 - Teneurs en carbone et azote total et part de l'azote total sous forme minérale

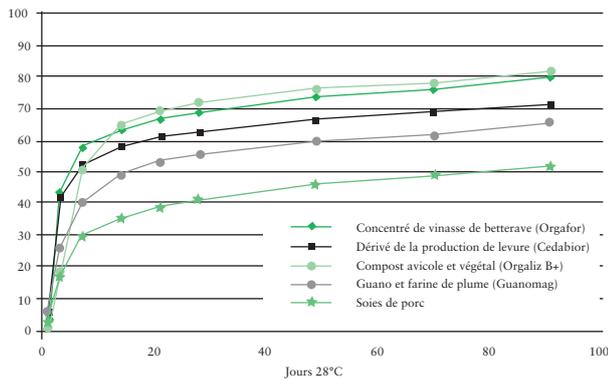


Figure 1a - Carbone minéralisé (en % C organique du produit) pour les engrais organiques

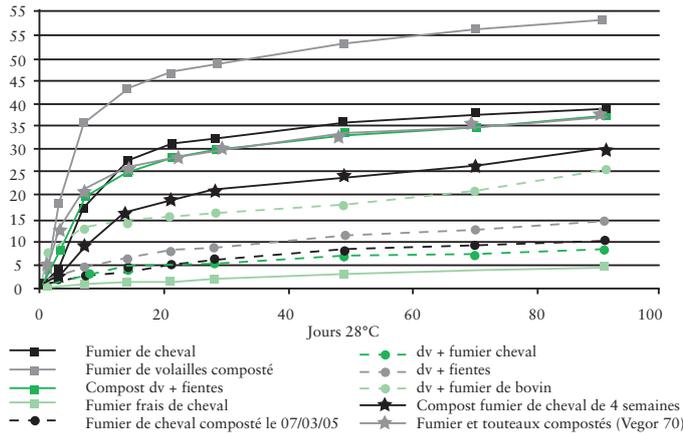


Figure 1b - Carbone minéralisé (en % C organique du produit) pour les amendements organiques

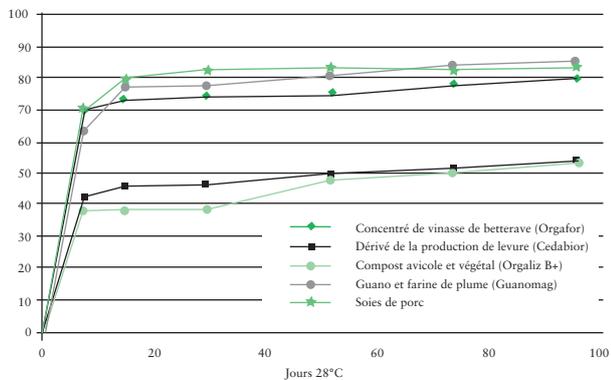


Figure 2a - Azote minéralisé (en % N organique du produit) pour les engrais organiques

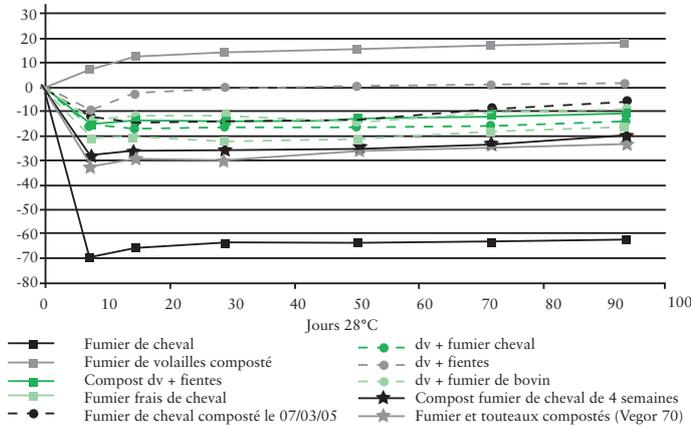


Figure 2b - Azote minéralisé (en % N organique du produit) pour les amendements organiques

Des teneurs en carbone peu significatives

La quantité de carbone présente dans les produits (exprimée en g pour 100 g de produit sec) se situe dans des fourchettes de valeurs voisines pour les engrais et amendements organiques soit, respectivement, 18 à 49% et 8 à 44%. Ces pourcentages masquent cependant des différences importantes de constitution biochimique entre les engrais d'une part, les amendements d'autre part, différences qui peuvent être mises en évidence par la caractérisation biochimique de ces produits (voir figure 3).

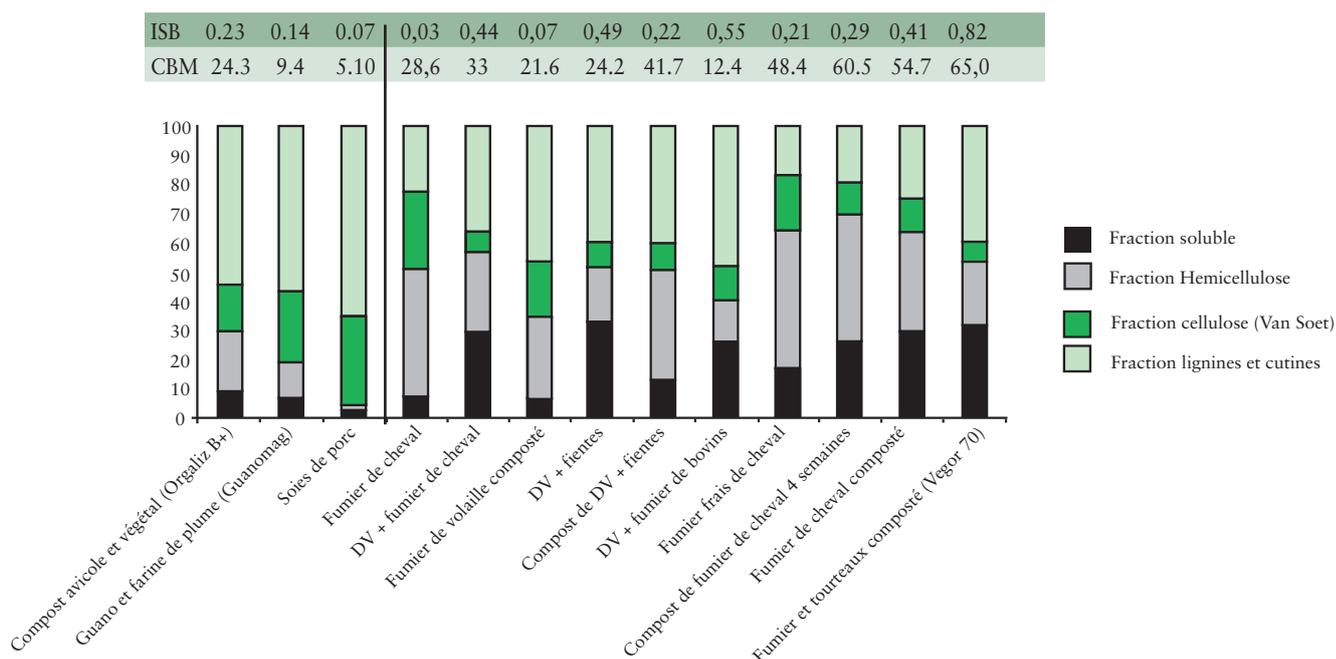
Le rapport C/N, présenté comme un indicateur de biodégradabilité et calculé à partir des données ci-dessus, reste inférieur à 10 dans le cas des engrais organiques et peut dépasser 30 pour certains amendements organiques. Les limites de cet indicateur sont clairement mises en évidence avec l'absence de relation systématique entre le rapport C/N et les résultats des tests d'incubation.

Des potentiels de minéralisation très variables

Réalisés en conditions contrôlées de température (28°C) et d'humidité (humidité équivalente à la capacité de rétention en eau), les tests d'incubation décrivent le potentiel de minéralisation du carbone et de l'azote. La cinétique de minéralisation est définie à partir de neuf mesures pour le carbone (1, 3, 7, 14, 21, 28, 49, 70 et 91 jours d'incubation) et 7 pour l'azote (0,7, 14, 28, 49, 70 et 91 jours d'incubation). Le carbone et l'azote minéralisés sont exprimés en pourcentage des quantités de carbone et d'azote organiques présentes dans le produit à l'origine.

L'analyse des courbes de minéralisation du carbone et de l'azote (figures 1a, 1b, 2a et 2b) rend compte de la rapidité du processus de minéralisation pour les produits Orgafor et Cedabior, utilisés en fertirrigation. En trois jours à 28°C, plus de 40% du carbone organique est minéralisé et au bout de 91 jours, il ne reste plus que 20 à 30% de carbone sous forme organique. Par ailleurs, 42% de l'azote se retrouve sous forme minérale en sept jours d'incubation à 28°C

Figure 3 - Fractionnement de la matière organique -
Si ISB = 0, le produit est peu stable. Si ISB = 1, le produit est stable



pour Orgafor et 26% pour Cedabior. Par la suite, les produits évoluent très lentement. Soies de porc et Guanomag se comportent comme le produit Orgafor en ce qui concerne l'azote, tandis que Orgaliz B+ a un comportement comparable à celui de Cedabior.

Dans la catégorie des amendements organiques, le pourcentage de carbone organique minéralisé après 91 jours d'incubation à 28°C s'échelonne entre 5 et 60% selon les produits et seul le fumier de volailles composté libère de l'azote (18% de l'azote organique minéralisé à 91 jours d'incubation). Le mélange "déchets verts + fientes" induit une organisation de l'azote minéral pendant les 14 premiers jours d'incubation, puis se maintient à l'équilibre avant une très légère minéralisation nette (1,6% de l'azote organique minéralisé à 91 jours). Tous les autres produits organiques étudiés organisent de l'azote minéral. Le phénomène se manifeste très rapidement, en sept jours d'incubation, puis se stabilise, voire tend vers une réduction du pourcentage d'azote minéralisé qui atteint 6 à 23% dans l'ensemble au terme des 91 jours d'incubation. Le fumier de cheval se distingue des autres produits par l'importance du niveau d'organisation de l'azote minéral : le pourcentage d'azote

immobilisé atteint 62% à 91 jours.

Les tests d'incubation présentent un certain nombre d'atouts. Ils permettent :

- de comparer les produits, de les classer par rapport à leur niveau de biodégradabilité ;
- d'acquérir des références sur leur potentiel de fourniture en azote.

Fractionnement de la matière organique pour prévoir l'évolution au champ

Les indicateurs de stabilité des matières organiques ISB (indice de stabilité biochimique - Linères et Djakovitch, 1993) et CBM (caractérisation biochimique de la matière organique - Robin, 1997), reposent sur la détermination de quatre fractions : composés solubles, hémicelluloses, cellulose (méthodes de Weende et de Van Soest, pour ISB et CBM respectivement), et lignines/cutinines.

Ils permettent d'évaluer la proportion de matière organique stable du produit et, en ce sens, de prévoir l'aptitude du produit à alimenter le stock de matières organiques stables du sol. La figure 3 présente la composition biochimique des différents produits et les valeurs ISB et CBM correspondantes. Les engrais organiques se caractérisent par l'im-

portance de la fraction soluble et la faible proportion de lignines/cutinines. En ce qui concerne les amendements organiques, la stabilité du produit augmente avec le compostage et l'introduction de déchets verts dans les mélanges

Finalement, les données acquises sur les produits organiques utilisés en agriculture biologique dans le cadre du programme FertiagriBio contribueront à redéfinir l'indicateur de stabilité des matières organiques et à la définition de groupes ou classes en terme de potentialité de stockage à long terme du carbone dans les sols et d'effet à court terme et moyen terme concernant l'azote libéré par les produits organiques. Ces informations serviront de base aux éléments de marquage dans la future norme NFU 44051 "Amendements organiques". Ce travail est effectué dans le cadre d'un projet (Consolidation d'un indicateur permettant d'évaluer les potentialités de stockage de carbone dans les sols et de disponibilité de l'azote via les épandages d'amendements organiques) financé par l'ADEME et est conduit par l'INRA en collaboration avec différents partenaires (laboratoires d'analyse des matières fertilisantes, producteurs d'amendements organiques). ■