

La fertilisation organique en agriculture biologique



Cette fiche permet de faire un point sur la fertilisation organique en Agriculture Biologique (AB) au travers des différents besoins du sol et des apports complémentaires que l'on peut réaliser, selon la formulation, les cultures et le type de sol.

La maîtrise de la fertilisation organique est un enjeu particulièrement important en AB 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 (hausse 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...). Par ailleurs, l'utilisation de déchets organiques (comme les composts de déchets verts), permet de les valoriser en les recyclant via les sols agricoles. Enfin, en AB, 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.

Des éléments diversifiés apportés au sol

Il y a une complémentarité à trouver entre les apports « intrinsèques » à une parcelle (résidus de cultures, contribution des racines après ou pendant une culture, cultures associées...) 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) ou un nombre restreint d'éléments (engrais binaire PK ou ternaire NPK). 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 apporte ces trois éléments (cf. cas du fumier cité plus haut), mais on apporte également 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, remonte et concentration en éléments minéraux...). 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 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. »

La problématique de l'azote

Pour certaines cultures exigeantes en azote (cf. principales contraintes par système de cultures), l'apport de fertilisants organiques, même riches en azote comme certains engrais organiques, n'est pas la seule technique à mettre en œuvre, pour obtenir les rendements et qualités souhaités. Pour ces cultures, et principalement pour les céréales, ce 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'en-

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



Rédacteur : B. Leclerc, Orgaterre.
Relecteurs : C. Aubert, Chambre d'agriculture 77; J.-P. Cohan, ARVALIS-Institut du végétal; L. Fontaine et L. Fourrié, ITAB; A. Glandières, CRAMP; J. Peigné, ISARA-Lyon; H. Védie, GRAB.
Travail coordonné par M. Gerber et L. Fontaine, ITAB; C. Cresson, ACTA.



du côté
des
CHERCHEURS

Vers des classes de comportement de la minéralisation de l'azote des produits organiques

Actuellement, les produits organiques sont caractérisés au laboratoire par deux méthodes complémentaires: le fractionnement biochimique de la matière organique (norme XP U 44-162) qui permet d'estimer la capacité à induire du stockage de matière organique dans les sols à long terme, et l'étude des cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote des produits au cours d'incubations en conditions contrôlées dans un sol (norme XP U 44-163).

Dans le cadre d'une étude pilotée par l'Inra et financée par l'ADEME⁽¹⁾, une base de données de plus de 500 produits organiques d'origine variée a été constituée. Elle rassemble les don-

nées relatives aux caractéristiques chimiques et biochimiques des produits, issues notamment de ces deux méthodes normalisées (fractionnement biochimique et incubations en conditions contrôlées). À partir de cette base de données, une typologie de produits organiques a été établie par rapport à leur faculté à fournir de l'azote.

6 classes de comportement de minéralisation de l'azote organique des produits ont été définies, ainsi que les critères permettant de classer les produits vis-à-vis de cette minéralisation d'azote. Ces classes ont été définies sur la base des résultats de minéralisation de l'azote organique des produits au cours d'incubation

en conditions contrôlées mais également des fractions biochimiques (CEL, LIC et SOL⁽²⁾). La disponibilité de l'azote au sein des classes varie d'un fort potentiel de minéralisation d'azote (classe 1) à un risque d'immobilisation durable de l'azote (classe 6). Des valeurs indicatives de disponibilité de l'azote organique des produits organiques sont proposées allant de + 60 kg N t⁻¹ MS (classe 1) à - 5 kg N t⁻¹ MS (classe 6). Ces valeurs indicatives présentent l'avantage de pouvoir être obtenues assez rapidement puisqu'elles reposent sur les résultats de caractérisation chimique et biochimique des produits.

(1) Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
(2) CEL = « cellulose », LIC = « lignine + cutine », SOL = « soluble »

grais 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 veiller à ne pas fournir trop d'azote, même s'il est apporté sous forme organique.

Des apports complémentaires, raisonnés sur le long terme

La fertilisation organique doit 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 doivent être appliqués 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. Toutefois, il serait illusoire de vouloir substituer les engrais minéraux par ces engrais organiques, 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.

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).

Les amendements organiques

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

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

Tableau 1: Caractéristiques agronomiques de quelques amendements organiques

	Composts de déchets verts ⁽¹⁾	Fumier de bovin ⁽²⁾	Compost de fumier de bovin ⁽³⁾	Fumier d'ovins ⁽³⁾	Fumier de porcins ⁽⁴⁾	Fumier d'équins ⁽⁵⁾
Matières sèches (g/100 g MB)	59	22	33	30	33	54
Matières organiques (g/100 g MS)	46	81	64	77	-	76
Azote total (g/100 g MS)	1,4	2,6	2,4	2,2	2,2	1,5
Minéralisation de l'azote (en %)	2	30	10	-	30	-
Phosphore (P2O5) (g/100 g MS)	0,6	1	1,5	1,3	2,1	0,6
Potasse (K2O) (g/100 g MS)	1,4	4,3	4,2	4	3,1	1,7

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

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

(3) source: Institut de l'Élevage et al., 2001.

(4) 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).

(5) source: Ziegler et Héduit, 1991.



© B. Leclerc

compost de déchets verts (minéralisation de l'azote des composts de déchets verts, après 91 jours d'incubation = environ 2 % de l'azote organique du produit). Dans l'hypothèse d'un apport de 20 tonnes de compost 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 ($20000 \times 0,59 \times 0,014 \times 0,02$). 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 (cf. tableau 1 p.2).

Phosphore : 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).

Potassium : 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 possibles de potassium par lessivage, l'eau traversant un compost mûr pouvant entraîner des pertes importantes en cet élément.

Les engrais organiques

Azote : L'utilisation d'engrais organiques est principalement motivée par leur effet azote. En effet, le tableau 2 montre qu'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).

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

Des contraintes différentes selon le système de culture

Grandes cultures: concilier fertilisation organique et apports azotés

En AB, la non utilisation d'engrais minéraux azotés de synthèse oblige à introduire des 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...), 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...) 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).

du côté des PRODUCTEURS

La pratique dans une ferme de Provence

Michel Isouard 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). **En matière de fertilisation**, il achète du fumier de mouton composté et récupère chez un voisin du fumier de poules, qu'il composte lui-même (plutôt pour rendre service). Il achète en plus 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) ». Michel est globalement satisfait de ces produits, même « si c'est toujours trop cher, et que leur prix a beaucoup augmenté ces dernières années ».

Des différences marquées selon les cultures et les précédents : Michel n'apporte rien avant les céréales (précédent légumes, pas d'objectif de rendement élevé). C'est traditionnel dans la région de cultiver des céréales de temps en temps sur les parcelles de légumes de plein champ. Du compost de fumier de mouton est épandu à la plantation des vignes ; des 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, Michel a ramené du tourteau de ricin en août 2008 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'investis un peu plus dans l'achat d'amendements. »

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

	Guano	Farine de plumes	Fientes de volailles ⁽¹⁾	Farine d'os	Farine de viande	Tourteau de ricin
Matières sèches (g/100 g MB)	84	94	80	94	94	81
Matières organiques (g/100 g MS)	-	88	-	56	67	82
Azote organique (g/100 g MS)	16	10	4	7	8	5,7
Minéralisation de l'azote (en %/an) ⁽²⁾	93	82	-	66	70	66
Phosphore (P2O5) (g/100 g MS)	20	11	4	16	9	3
Potasse (K2O) (g/100 g MS)	3	2,7	2,8	-	0,6	2

(1) fientes séchées sous hangar (source : ITAVI, 1996, in Institut de l'Élevage et al., 2001) – (2) pourcentages obtenus en incubations sous climat méditerranéen (Leclerc, 1989)

Élevage : ne pas négliger les parcelles éloignées de la ferme

Les enquêtes réalisées dans le cadre du programme Fertiagribo 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. À 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.

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.



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 innovante permet de discuter une nouvelle approche agronomique. Elle consiste à enfouir superficiellement du broyat de jeunes rameaux. Elle 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 m³ par hectare tous les cinq ans.

En zone sèche, 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 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.

Pour en savoir +

- Echo-MO, revue sur l'actualité des sciences et techniques sur les matières organiques : <http://www.orgaterre.org>
- Fertiliser avec les engrais de ferme (doc. inter-institut) : <http://www.editions-arvalis.fr> (page 9 du catalogue, réf. 030001)
- Guide des matières organiques de l'ITAB, (2001), tomes 1 et 2. ITAB ed.
- Le programme Fertiagribo : piloté par l'INRA et l'ITAB, mené en 2004 et 2005 en collaboration avec différents partenaires sur la problématique de la fertilisation en Agriculture Biologique. <http://www.itab.asso.fr/>
- IFIP (2005) Composition des effluents porcins et de leurs coproduits de traitement. Ratio de production. Éditions IFIP, 28 p.
- Fiches techniques sur la fertilisation : utilisation du compost en viticulture biologique, choix des amendements en viticulture biologique... <http://www.itab.asso.fr/>
- Actes de journées techniques, notamment : « Journée Technique Grandes Cultures 2009, ITAB - Arvalis Institut du végétal : azote, matières organiques et engrais verts » (23 mars 2009, Paris).
- Articles dans Alter Agri : <http://www.itab.asso.fr/publications/arch-aa.php#agronomie>

Documents DévAB en lien :

- Axe 2 – Document AB et Environnement, Chapitre Fertilité et services environnementaux des sols,
- Axe 2 – Document AB et Environnement, Chapitre Qualité de l'eau : impacts de l'AB et construction de projets avec les acteurs de l'eau.