



Les Fiches Matières Organiques

Près de 2500 agriculteurs biologiques en Provence Alpes-Côte d'Azur se posent régulièrement la question de la fertilisation organique et des amendements utilisables en Bio. Les producteurs expérimentés ont des habitudes de fonctionnement et d'approvisionnement, ceux qui sont convertis récemment doivent faire évoluer leurs pratiques de fertilisation.

Le travail présenté ici fournira aux premiers des informations actualisées sur les gisements de matière organique dans leur région et aux seconds l'ensemble des connaissances de base. Et pour tout le monde, conseillers de terrain compris, un rappel des bonnes pratiques et une base de réflexion.



Les fiches

Issues de ce travail de synthèse, elles regroupent l'ensemble des informations nécessaires à l'utilisation des matières organiques disponibles localement, qu'elles soient brutes, sous-produits ou co-produits organiques ou composts commerciaux (100 000 tonnes pour 31 plate-formes enquêtées sur la région).

Elles sont destinées aux conseillers techniques et animateurs ayant besoin de références techniques

sur les amendements organiques, mais aussi tout particulièrement aux agriculteurs en attente de réponses :

- Quel est le rôle des matières organiques dans le sol ?
- Pourquoi et comment les utiliser ?
- Auprès de quel fournisseur s'approvisionner ?
- Quelles sont les contraintes réglementaires de la fertilisation biologique ?
- Comment pratiquer le compostage ?

Le partenariat

Coordonnés par la Chambre Régionale d'Agriculture de Provence-Alpes-Côte d'Azur, plusieurs partenaires ont participé à l'inventaire régional et à la réalisation de ces fiches :

- les Chambres d'Agriculture des Alpes-de-Haute-Provence, des Hautes-Alpes, des Alpes-Maritimes,

des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse et du Var.

- Bio de Provence,
- Orgaterre.

La coordination technique a été assurée par la Chambre d'Agriculture du Vaucluse.

Remerciement tout particulier aux sites de production de compost et aux différents relecteurs des fiches pour leur contribution.



Liste des fiches disponibles

Fiches généralistes

n° des fiches	Titre des fiches
n°1	Rappels réglementaires
n°2	Rôle des matières organiques dans le sol
n°3	Adapter les apports organiques à son sol
n°4	Compostage : les principes
n°5	Compostage pratique

Fiches « fertilisation »

n°6	Fertilisation en Arboriculture
n°7	Fertilisation des Grandes Cultures
n°8	Fertilisation en Maraîchage
n°9	Fertilisation des Oliviers
n°10	Fertilisation des Plantes à parfum et aromatiques
n°11	Fertilisation en Viticulture

Fiches « matière organique »

n°12	Broyats de branchages et Bois Raméal Fragmenté (BRF)
n°13	Compost des biodéchets des ménages
n°14	Compost d'écartés de tris et co-produits IAA
n°15	Compost de déchets verts
n°16	Compost de marc de raisin
n°17	Compost de paille de Lavande - Lavandin
n°18	Les engrais organiques
n°19	Fientes de volaille
n°20	Fumier de bovins et compost
n°21	Fumier d'équins et compost
n°22	Fumier d'ovins - caprins et compost
n°23	Grignons d'olives et compost
n°24	Le lombri-compost

Les fiches et les informations relatives aux produits commerciaux sont à retrouver sur : www.agriculture-paca.fr (rubrique « agriculture biologique »)

Coordination : Fabien Bouvard (CRA PACA), Gérard Gazeau (CA 84)
 Mise en page : Brigitte Laroche
 Contact : CRA PACA - Maison des Agriculteurs - 22 rue Henri Pontier
 13626 Aix-en-Provence Cedex 1 - Tél. : 04 42 17 15 00
f.bouvard@paca.chambagri.fr



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «développement agricole et rural»





Rappels Réglementaires



L'utilisation des engrais et amendements organiques en agriculture biologique repose sur le règlement communautaire (CE) n°889/2008 comprenant une liste «positive» dont le principe est que **seuls les produits qui y sont listés, sont autorisés, les autres étant par défaut interdits**. L'utilisation de ces produits ne doit cependant pas conduire à négliger l'entretien des principales propriétés du sol.

■ En agriculture Biologique, la directive NITRATE s'applique partout

La quantité totale d'effluents d'élevage au sens de la directive 91/676/CEE du Conseil concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles utilisées sur l'exploitation **ne peut dépasser 170 kg d'azote par an/hectare** de

surface agricole utilisée. Cette limite s'applique uniquement à l'utilisation de fumier, de fumier séché et de fiente de volaille déshydratée, de compost d'excréments d'animaux solides, y compris de fiente de volaille, de fumier composté et d'excréments d'animaux liquides.

■ Une réglementation nationale sur la mise en marché des produits fertilisants

En France, c'est le code rural qui régit l'utilisation des matières fertilisantes, et notamment son article L255-2. Dans la pratique, c'est essentiellement l'utilisation des normes rendues d'application obligatoire qui régit en France la mise sur le marché de la majorité des engrais et amendements organiques.

En agriculture biologique, les normes concernées sont essentiellement la **NF U 44-051 (amendements organiques), la**

NF U 44-551 (supports de cultures), et la NF U 42-001 (engrais organiques). A noter qu'**aucun produit commercialisé sous la norme NF U 44-095 ne peut être utilisé en agriculture biologique**.

Enfin des fertilisants organiques en provenance des autres Etats Membres peuvent être utilisés s'ils répondent aux règlements européens (CE) n° 2003/2003 (mention Engrais CE) et au (CE) n° 889/2008.



MATIÈRES ORGANIQUES
fiche N°1





Rôles des Matières Organiques dans le sol

Bien qu'elles ne représentent que quelques pourcents de la masse des terres cultivées, les matières organiques (MO) du sol ont des rôles extrêmement importants à jouer : construction et stabilité de la structure, maintien ou augmentation de la capacité à retenir l'eau ou les éléments minéraux, etc. Les différents types de matières organiques influent sur ces propriétés, notamment en fonction de la texture des sols.



Faire avec la texture de son sol

La texture d'un sol est la répartition des particules minérales de la terre fine (c'est-à-dire passant au tamis de 2 mm) en fonction de leur taille. En climat méditerranéen, la terre fine est constituée d'au minimum 95 voire 98 % de matières minérales.

Si la texture d'un sol change au cours de son évolution, c'est-à-dire sur plusieurs milliers d'années, ce n'est pas le cas à l'échelle d'une vie humaine. **Inutile donc d'essayer de modifier la texture d'un sol !** Il faut « faire avec » : tirer partie de ses avantages et en limiter les inconvénients.

■ **Les sols argileux** retiennent bien l'eau et se décompactent naturellement lors des alternances gel/dégel, humectation/dessiccation. L'air a cependant du mal à y circuler, gênant ainsi la respiration des racines et des micro-organismes du sol. Ils sont difficiles à travailler car trop plastiques quand ils sont humides et trop durs quand ils sont secs.

■ **Les sols limoneux** sont difficiles à aérer, surtout s'ils sont riches en limons fins (de 2 à 20 μm). A leur surface se forme très facilement une croûte dure que les jeunes plantules ont du mal à traverser : la « croûte de battance ».

■ **Les sols sableux** ne présentent pas de lien intime entre les matières organiques et les par-

ticules minérales : il y a simplement juxtaposition entre elles, sans cohésion forte. Les matières organiques, non protégées, sont donc plus facilement dégradées que dans les autres types de sol : on dit que les sols sableux « brûlent » la matière organique. Ce sont des sols bien aérés, mais ils ne retiennent pas l'eau et sont sensibles au risque érosif.

Les **sols équilibrés de type limono-argilo-sableux** présentent une très bonne aptitude à la mise en valeur mais ils s'avèrent les plus sensibles au risque de compaction lors du passage des roues des engins agricoles.

Les trois classes de texture : des plus grossières aux plus fines	
Les sables	50 μm à 2 mm
Les limons	2 à 50 μm
Les argiles	< 2 μm



MATIÈRES ORGANIQUES
fiche N°2



Matière organique et structure

Chercher la structure idéale

L'intervention des matières organiques, de l'activité des êtres vivants du sol, la présence de certains cations (fer, calcium), **créent la structure du sol**. L'évolution des sols fabrique, par altération progressive des minéraux, des textures de plus en plus fines : sable, limon puis argile, ce qui conduit les sols à être de moins en moins aérés puisque la diminution de la taille des particules minérales entraîne une baisse de la porosité. Heureusement, la

Structure et apports de matière organique

La stabilité de la structure est étroitement liée à l'activité biologique, puisque ce sont les microorganismes du sol qui fabriquent la colle organique nécessaire à l'agrégation des particules minérales. Le moteur de cette dynamique a besoin pour fonctionner de carburant : il est fourni par les diverses matières organiques apportées au sol. Il a également besoin d'oxygène, et donc d'une bonne aération du sol.

L'agrégation dépend donc de la facilité des matières organiques à être dégradées : plus les matières organiques sont labiles et plus l'activité biologique est forte. Dès 1965, Monnier avait déjà mis en relation différents niveaux de stabilité structurale



Structure et travail du sol

Même si l'agrégation est un phénomène dynamique puisque liée à l'activité microbienne du sol, la durée de vie d'un agrégat peut être relativement longue, de l'année à la dizaine d'années.

C'est notamment le cas sous les prairies permanentes car les perturbations mécaniques y sont très faibles. Par contre dès que l'on est en système de

Structure et couverture du sol

Une autre voie de destruction importante des agrégats est l'action des gouttes de pluie à la surface du sol. La force cinétique des gouttes entraîne l'éclatement de nombreux agrégats à

Taille des agrégats et stabilité de la structure

La taille des agrégats varie en gros de 0,2 à 2 mm. Plus la taille des agrégats augmente, **plus la stabilité de la structure est élevée, et plus les risques**

décomposition des matières organiques va petit à petit recréer cette porosité, en fabriquant des particules organo-minérales de plus en plus grosses : **les agrégats, unités de base de la structure**.

La structure à rechercher est celle qui crée le plus de porosité, aux alentours de 50 % du volume de sol, et qui permet le maintien de cette porosité le plus longtemps possible : c'est la structure grumeleuse.

avec différents apports de matières organiques¹. Aujourd'hui la caractérisation biochimique des matières organiques au laboratoire, qui permet le calcul de l'Indice de stabilité de la Matière Organique (ISMO), peut aider à prédire la dégradation des amendements organiques.

Il est possible de prédire l'impact de différentes matières organiques en fonction de leur faculté à se dégrader dans le sol. En effet, plus elles se dégradent rapidement, plus les micro-organismes responsables de leur dégradation fabriquent de «colle» ; ceci sous réserve de conditions d'humidité et d'aération favorables.

Un enfouissement en profondeur (labour) n'est pas la meilleure des manières d'incorporer la matière organique au sol. Une incorporation de surface (herse, cover crop, ...) est préférable pour pré-mélanger le produit organique non loin de la surface.

culture, **le travail du sol contribue fortement à détruire les agrégats**. Cette destruction est plus forte quand on travaille le sol en conditions humides, mais elle dépend également des types d'outils utilisés. Il conviendra de choisir ceux qui détruisent le moins possible ces agrégats. En maraîchage, on privilégiera ainsi les outils à dents plutôt que les outils rotatifs.

chaque impact. Sous climat méditerranéen, l'action des pluies orageuses peut être très néfaste si la surface du sol est laissée nue ; les risques d'érosion sur les terrains en pente sont alors très forts.

de battance, de ruissellement et d'érosion diffuse² diminuent.

■ Action des matières organiques sur les autres propriétés du sol

Les matières organiques du sol (**MOS**) ont d'autres effets sur les propriétés des sols, notamment lorsque l'obtention de la structure «idéale» dite grumeleuse n'est pas possible.

C'est le cas en particulier des sols constitués de sables grossiers, dépourvus d'éléments fins (limons et surtout argiles). Ce type de sol n'est pas structuré

■ La capacité de rétention en eau

La propriété intéressante des sols sableux est leur porosité élevée. Par contre ils ne retiennent pas du tout l'eau. Dans ces sols, ce sont les matières organiques qui vont permettre de retenir l'eau, en jouant le rôle d'éponge.

On cherchera pour augmenter cette capacité de rétention en eau à apporter des matières organiques qui restent longtemps dans le sol, car si elles se dé-

■ La capacité d'échange cationique (CEC)

Comme pour l'eau, les sols sableux ne retiennent pas les éléments minéraux : en solution dans la phase liquide ou en suspension, **ces derniers sont en effet rapidement lessivés.**

La matière organique du sol a la propriété de retenir fortement ces éléments minéraux, et même

■ La résistance à la compaction du sol

La compaction est une réduction de volume due à la perte d'air contenu dans les interstices. Elle se traduit donc par une augmentation de la densité du sol. Un sol compact devient difficilement pénétrable pour les racines et freine le transfert d'eau. Au niveau des zones tassées il y a des pertes sévères de rendement en culture. En cas de compaction en profondeur (50/70 cm voir plus) les possibilités de reprise sont impossibles.

La régénération de la porosité ne pourra se réaliser que très lentement par les racines pivotantes de certaines cultures et les vers de terre. Seul le sous-solage

■ La diminution de la densité apparente

L'apport régulier de matières organiques diminue la densité apparente, ce qui rend la terre plus

■ Le réchauffement du sol

Les terres plus riches en matières organiques se réchauffent plus rapidement, et par conséquent se réchauffent plus vite au printemps. La couleur

car les agrégats ne peuvent pas se former faute d'éléments fins. Ce n'est pas pour autant qu'il ne faut pas y apporter des matières organiques, **au contraire, car ces dernières vont y jouer d'autres rôles, comme l'augmentation de la rétention en eau et l'augmentation de la capacité d'échange cationique.**

gradient rapidement (cas d'un engrais vert), elles auront un impact plus faible que si elles s'y accumulent (cas d'un compost évolué).

Ici le rôle recherché des matières organiques apportées au sol n'est pas lié à leur dynamique mais à leur stockage : **plus les apports seront importants, plus la propriété recherchée (rétention en eau) sera élevée.**

beaucoup plus que les argiles. Ainsi la contribution des MOS à la CEC, qui est de l'ordre de 25 à 35 % dans les sols argileux, atteint alors 90 % dans les sols sableux³. **On voit donc toute l'importance, comme pour la capacité de rétention en eau, d'amender les sols très sableux avec des matières organiques stables.**

(fortement consommateur d'énergie et de temps) peut casser une semelle de labour à 30/40 cm. En cas de compaction de surface (0/25 cm) la vie du sol et un travail de type labour ou passage de dents rigides pourront recréer de la porosité sous réserve que la compaction ne soit pas trop sévère. Par contre si la compaction est déjà importante au moment du travail du sol, les sols argileux ou limoneux peuvent se fragmenter en blocs sous l'effet des outils. Ces blocs se comporteront souvent comme des cailloux qui peuvent rester dans le sol plusieurs années. **Il est donc fondamental de tout mettre en œuvre pour éviter les compactations, surtout de profondeur.**

facile à travailler car plus légère, diminue l'usure des outils et la consommation de carburant.

sombre des matières organiques facilitent également le réchauffement du sol.

Rôles des matières organiques sur les activités biologiques du sol

La construction de la structure

Rappelons le rôle primordial de l'activité des microorganismes du sol dans la construction de la structure, par la formation d'une colle organique qui agrège les particules minérales les plus fines du

sol, argiles et limons. C'est davantage cette activité microbiologique du sol qui dépend des MO labiles qui est responsable de la stabilité structurale que le fameux complexe argilo-humique.

Le rôle des vers de terre

Les vers de terre représentent en poids la catégorie de la macrofaune du sol la plus abondante : jusqu'à 1 tonne / ha ! En parcelles cultivées, les vers sont beaucoup moins nombreux (100 maximum au m²) que sous prairies (jusqu'à 400 au m²). Les facteurs limitant leur nombre et leur activité sont la perturbation du sol (outils rotatifs...) et l'insuffisance de nourriture si le sol est souvent laissé nu et que les restitutions organiques sont faibles.

Les effets agronomiques de l'activité des vers de terre sont bien connus, bien que difficiles à apprécier et à quantifier. Rappelons les principaux bénéfices liés à la présence des vers anéciques (ceux qui construisent des galeries verticales pour aller cher-

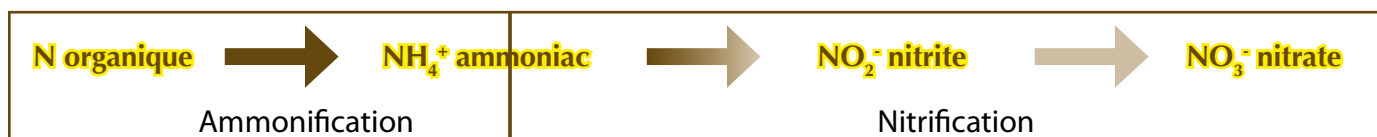
cher leur nourriture en surface) dans les sols cultivés :

- ils contribuent à l'aération du sol,
- ils augmentent le drainage et diminuent ainsi l'érosion en permettant au sol d'absorber plus d'eau,
- ils permettent un brassage de la terre en l'ingérant à un endroit et en la rejetant ailleurs avec leurs excréments (les turricules),
- ces derniers sont plus concentrés en éléments minéraux que la terre avoisinante,
- les galeries abandonnées peuvent favoriser le cheminement des racines en profondeur,
- la paroi des galeries est riche en éléments minéraux déposés avec le mucus sécrété par les vers au cours de leurs déplacements.

La minéralisation de l'azote

La minéralisation de l'azote, est le passage des formes organiques de l'azote aux formes minérales. Cette minéralisation est importante car la

forme d'azote préférentiellement prélevée par les plantes est la forme nitrrique.



Cette nitrification est influencée par les facteurs du milieu, notamment l'aération, car les bactéries responsables de la nitrification sont des aérobies strictes.

Un autre facteur du milieu jouant sur la nitrification est le pH : plus celui-ci est bas, plus la nitrification est faible, l'optimum se situant autour de la neutralité ou à pH légèrement basique.

Sources bibliographiques :

- 1 Monnier G. 1965. *Action des matières organiques sur la stabilité structurale des sols*. Ann. Agro. 16 (4 et 5) : 327-400 et 471-534.
- 2 Le Bissonais Y. & Le Souder C. 1995. *Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion*. Etude et Gestion des sols, 2,1, 43-56.
- 3 Morel. 1989. *Les sols cultivés*. Ed. Technique & Documentation - Lavoisier. Paris. 373 p.

Rédacteur : Blaise Leclerc (Orgaterre)

Relecteurs : Christian Charbonnier (CA 04), Gérard Gazeau (CA 84).

Crédits photos : CA 84 – Mise en page : Brigitte Laroche, Bernard Nicolas

Coordination : CRA PACA - Maison des Agriculteurs - 22 rue Henri Pontier

13626 Aix-en-Provence Cedex 1 - Tél. : 04 42 17 15 00 - f.bouvard@paca.chambagri.fr



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale 'développement agricole et rural'



ADEME



L'élevage industriel

Les fumiers ou excréments liquides d'animaux ne peuvent pas être utilisés en agriculture biologique s'ils proviennent d'un élevage «industriel». Il n'y a pas actuellement de définition claire de «l'élevage industriel».

En l'absence de définition nationale ou communautaire d'un «élevage industriel»

à l'heure où sont rédigées ces lignes, les organismes certificateurs en France continuent d'utiliser la définition qui était autrefois utilisée pour la mention « Provenance des élevages hors sol interdite », dans le cadre de l'annexe II partie A du règlement CEE/2092/91 modifié, 3° et 4° tirets :

1. Effluents de systèmes d'élevage où les animaux sont la plupart du temps empêchés de se mouvoir librement sur 360° ou maintenus dans l'obscurité ou privés de litière, y compris notamment :

- les systèmes d'élevage en batterie, qu'il s'agisse de volailles ou d'autres animaux ;*
- les unités de poulets d'engraissement*

lorsqu'elles ont une charge supérieure à 25 kg par m² ;

2. Effluents d'élevage indépendant de toute autre activité agricole sur l'exploitation. Ce type d'élevage est mis en place dans des structures n'ayant aucune superficie agricole destinée aux productions végétales et permettant de procéder à l'épandage des effluents.

Une définition du compostage

Il est important qu'une définition commune du compostage soit reconnue de tous. Faire son compost ne s'improvise pas et le compostage ne peut en aucun cas être assimilé à un tas de fumier laissé dans un coin sans manipulation.

Le processus de compostage est défini dans le guide de lecture pour l'application des règlements (CE) n° 834/2007 et (CE) n° 889/2008 de la CNAB-INAO (2010).

Le processus de compostage est une transformation contrôlée en tas, qui consiste en une décomposition aérobie de matières organiques d'origine végétale et/ou animale hors matières relevant des déchets animaux au sens de l'arrêté du 30 décembre 1991 (J.O.R.F. du 12/02/92, modifié par l'arrêté du 12/03/93, J.O.R.F. du 23/03/93, modifié par l'arrêté du 28/06/96, J.O.R.F. du 29/06/96, modifié par l'arrêté du 06/02/98, J.O.R.F. du 10/02/98).

L'opération de compostage vise à améliorer le taux d'humus. Elle est caractérisée à la fois par :

- une élévation de température,*
- une réduction de volume,*
- une modification de la composition chimique et biochimique,*

- un assainissement au niveau des pathogènes, des graines d'adventices et de certains résidus.*

Elle doit comporter un ajout de matière carbonée et un ajustement de la teneur en eau, si nécessaire().*

Ni le dépôt de fumier stocké par simple ben-nage, ni le compostage dit de surface (épandage de fumier sur le sol plus incorporation superficielle) ne peuvent être assimilés à un compostage.

() = L'ajout de matière carbonée doit se faire pour obtenir un bon compostage – Les fientes mises en tas ou le stockage de déjections liquides sans support carboné ne constituent pas une opération de compostage.*

Les composts de biodéchets des ménages

Les composts de biodéchets des ménages, appelés «déchets ménagers compostés» dans l'annexe 1 du règlement (CE) n° 889/2008, sont les seuls amendements organiques de cette annexe dont une exigence de qualité est demandée concernant les seuils limites en ETM. Cette exigence va bien au-delà de celle de la norme NF U 44-051 que doivent respecter tous les amendements organiques mis sur le marché en France, puisque ces seuils sont en moyenne de 2 à 5 fois plus faibles dans le règlement (CE) n° 889/2008.

Il est possible de respecter les seuils du règlement européen. Ce qui limite pour l'instant l'utilisation de

ce type de compost en France est la phrase «*Doit être produit dans un système de collecte fermé et contrôlé, accepté par l'Etat membre*», car pour le moment le ministère de l'agriculture n'a pas produit de texte pour sa mise en application en France.

Un travail d'expertise est cependant en cours depuis 2011 au sein du groupe de travail «Matières fertilisantes utilisables en agriculture biologique» (MFUAB) de l'INAO, sur la base des données recueillies en France dans certaines collectivités territoriales, et de documents techniques en provenance d'Etats membres utilisant déjà ce type de compost (Allemagne, Autriche).

Les règles de marquage

Le marquage est obligatoire pour toute commercialisation d'amendements organiques. Ainsi, conformément à la réglementation en vigueur, l'étiquette, l'emballage ou le document d'accompagne-

ment réglementaires dans le cas d'une livraison en vrac portent, à l'exclusion de toutes autres, les indications obligatoires suivantes³ :

1) Le terme «**AMENDEMENT ORGANIQUE**» en lettres capitales, suivi de la référence à la présente norme «**NF U 44-051**» ;

2) La dénomination du type telle qu'elle figure à l'article 4 de la présente norme. Pour les amendements organiques avec engrais, faire suivre la mention «avec engrais» de la dénomination du type de l'engrais, de sa référence à la réglementation engrais en vigueur pour la mise sur le marché et de la quantité apportée en g/kg ou kg/t de produit brut ;

3) La liste des matières premières représentant plus de 5 % en masse sur le produit brut avant mélange, et/ou avant transformation, par ordre décroissant d'importance sur matière sèche. Pour les dénominations 1, 2 et 3, préciser la ou les espèces animales concernées. Pour la dénomination 5, spécifier le cas échéant «collectés sélectivement» et/ou «obtenus par tri mécanique» ;

4) Les teneurs déclarées en matière sèche, en matière organique, en azote total et en azote organique non uréique, exprimées en pourcentage de masse sur produit brut ;

5) Le rapport C/N_{Total} (avec $C = MO/2$) ;

6) Le pourcentage en masse de produit brut pour des teneurs supérieures ou égales à 0,5 % de phosphore total, exprimé en P_2O_5 , de potassium total, exprimé en K_2O , de magnésium, exprimé en MgO , et pour les composts de champignonnière, le

calcium exprimé en CaO ;

7) Pour les produits contenant les oligo-éléments cuivre et zinc à des teneurs supérieures aux seuils respectifs de 300 mg/kg MS et 600 mg/kg MS, doivent apparaître les teneurs sur matière brute et la mention «produit contenant des oligo-éléments ; ne pas dépasser la dose préconisée» ;

8) La(les) dose(s) d'emploi préconisée(s) exprimée(s) en masse de produit brut par unité de surface (pour les plantations, exprimée(s) par unité de volume) et le autres indications spécifiques d'emploi, de stockage et de manutention, notamment les consignes d'hygiène et de sécurité. Stipuler le cas échéant «Ne pas dépasser la dose préconisée» et «non utilisable pour cultures maraîchères» ;

9) Le nom ou la raison sociale ou la marque, ainsi que l'adresse du responsable de la mise sur le marché ;

10) Dans le cas de produits importés, le nom du pays d'origine sauf pour les marchandises qui sont originaire d'un Etat membre de l'Union Européenne ou d'un Etat partie contractante à l'accord instituant l'Espace Economique Européen ;

11) La masse nette ;

12) Afficher la mention suivante : «Recommandation d'emploi : ne pas ingérer. Se laver et se sécher les mains après usage» ;

13) L'identification du lot (pouvant figurer hors du champ visuel des autres éléments de marquage).

Annexe 1 du règlement (CE) n° 889/2008

Engrais et amendements du sol visés à l'article 3, paragraphe 1

Dénomination	Description, exigences en matière de composition, conditions d'emploi
Produits composés ou produits contenant uniquement les matières reprises dans la liste ci-dessous : Fumier	Produit constitué par le mélange d'excréments d'animaux et de matière végétale (litière) Provenance d'élevages industriels interdite
Fumier séché et fiente de volaille déshydratée	Provenance d'élevages industriels interdite
Compost d'excréments d'animaux solides, y compris les fientes de volaille et les fumiers compostés	Provenance d'élevages industriels interdite
Excréments liquides d'animaux	Utilisation après fermentation contrôlée et/ou dilution appropriée Provenance d'élevages industriels interdite
Déchets ménagers compostés ou fermentés	Produit obtenu à partir de déchets ménagers triés à la source, soumis à un compostage ou une fermentation anaérobie en vue de la production de biogaz. Uniquement déchets ménagers végétaux et animaux. Doit être produit dans un système de collecte fermé et contrôlé, accepté par l'Etat membre. Teneurs maximales en mg/kg de matière sèche : cadmium : 0,7 ; cuivre : 70 ; nickel : 25 ; plomb : 45 ; zinc : 200 ; mercure : 0,4 ; chrome (total) : 70 ; chrome (VI) : 0.
Tourbe	Utilisation limitée à l'horticulture (maraîchage, floriculture, arboriculture, pépinière)
Compost de champignonnières	La composition initiale du substrat doit être limitée à des produits de la présente annexe.
Déjection de vers (lombricompost) et d'insectes	
Guano	
Mélange composté ou fermenté de matières végétales	Produit obtenu à partir de mélanges de matières végétales, soumis à un compostage ou une fermentation anaérobie en vue de la production de biogaz
Produits ou sous-produits d'origine animale mentionnés : Farine de sang Poudre de sabot Produits laitiers Poudre de corne Farine de poisson Farine de viande Poudre d'os/poudre d'os dégelatinisé Laine Farines de plume, de poils et chiquettes Fourrure	Teneur maximale de la matière sèche en chrome (VI), en mg/kg : 0
Produits et sous-produits organiques d'origine végétale pour engrais	Par exemple : faine de tourteau d'oléagineux, coque de cacao, radicules de malt
Algues et produits d'algues	Obtenus directement par : i) des procédés physiques, notamment par déshydratation, congélation et broyage ; ii) extraction à l'eau, ou avec des solutions aqueuses acides et/ou basiques ; iii) fermentation.
Sciures et copeaux de bois	Bois non traités chimiquement après abattage
Ecorces compostées	Bois non traités chimiquement après abattage
Cendre de bois	A base de bois non traité chimiquement après abattage
Phosphate naturel tendre	Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.2, n° 7, du règlement (CE) n° 2003/2003 du Parlement européen et du Conseil relatif aux engrais Teneur en cadmium inférieure ou égale à 90 mg/kg de P ₂ O ₅
Phosphate aluminocalcique	Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.2, n° 6, du règlement (CE) n° 2003/2003 Teneur en cadmium inférieure ou égale à 90 mg/kg de P ₂ O ₅ Utilisation limitée aux sols basiques (pH > 7,5)
Scories de déphosphoration	Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.2, n° 1, du règlement (CE) n° 2003/2003
Sel brut de potasse ou kainite	Produit défini à l'annexe I, partie A, point A.3, n° 1, du règlement (CE) n° 2003/2003
Sulfate de potassium pouvant contenir du sel de magnésium	Produit obtenu à partir de sel brut de potasse par un procédé d'extraction physique et pouvant contenir également des sels de magnésium
Vinasse et extraits de vinasse	Exclusion des vinasses ammoniacales
Carbonate de calcium (craie, marne, roche calcique moulue, maërl, craie phosphatée)	Uniquement d'origine naturelle
Carbonate de calcium et magnésium	Uniquement d'origine naturelle Par exemple : craie magnésienne, roche calcique magnésienne moulue
Sulfate de magnésium (kiésérite)	Uniquement d'origine naturelle
Solution de chlorure de calcium	Traitement foliaire des pommiers, après mise en évidence d'une carence en calcium
Sulfate de calcium (gypse)	Produit défini à l'annexe I, partie D, n° 1, du règlement (CE) n° 2003/2003 Uniquement d'origine naturelle
Chaux résiduaire de la fabrication du sucre	Sous-produit de la fabrication de sucre à partir de betteraves sucrières
Chaux résiduaire de la fabrication de sel sous vide	Sous-produit de la fabrication sous vide de sel à partir de la saumure des montagnes
Soufre-élémentaire	Produit défini à l'annexe I, partie D, n° 3, du règlement (CE) n° 2003/2003
Oligoéléments	Micronutriments inorganiques énumérés à l'annexe I, partie E, du règlement (CE) n° 2003/2003
Chlorure de sodium	Uniquement sel gemme
Poudres de roche et argiles	

Rédacteur : Blaise Leclerc (Orgaterre)
 Relecteurs : Fabien Bouvard (CRA PACA), Gérard Gazeau (CA 84)
 Mise en page : Brigitte Laroche, Bernard Nicolas
 Crédit photo : Gérard Gazeau (CA 84)
 Coordination : CRA PACA - Maison des Agriculteurs
 22 Ave Henri Pontier - 13626 Aix-en-Provence Cedex 1
 Tél. : 04 42 17 15 00 - f.bouvard@paca.chambagri.fr

Sources bibliographiques :

- 1 Règlement communautaire n° 889/2008
- 2 <http://www.afnor.org/>
- 3 Norme NF U 44-051





Compostage Pratique



Dans le cadre du **règlement sanitaire départemental (RSD)** ou pour les élevages en installation classée (circulaire du 17 janvier 2002), l'activité de compostage à la ferme en agriculture biologique peut s'envisager de façon rustique au champ avec une grande variété de matières organiques d'origine animale, végétale ou mixte.

Des contraintes à respecter ...

Pour les élevages en installation classée

L'unité de compostage est considérée comme une annexe des bâtiments d'élevage dans les cas suivants (circulaire du 17/01/2002) :

- le compost est produit **exclusivement** à partir des effluents et déjections issus de l'élevage lui-même et de matières végétales brutes (paille, sciures, écorces, broussailles, déchets verts,

taille de haies ...) ;

- le compost est produit à partir des effluents et déjections issus de l'élevage lui-même et de ceux d'élevages voisins si ces derniers valorisent le compost sur leurs terres et si la production totale de compost est inférieure à 1 tonne par jour.

Dans les autres cas

Le site de compostage relève du Règlement Sanitaire Départemental (RSD) dans la limite du seuil des quantités traitées :

- effluents d'élevage, matière végétale brute : quantités inférieure à 3 t/j ;
- fraction fermentescible des ordures ménagères (FFOM), denrées végétales déclassées, rebuts de

fabrication de denrées alimentaires végétales : quantités inférieures à 2 t/j.

Au delà de ces quantités l'activité doit faire l'objet d'une déclaration au titre des installations classées sous la rubrique 2780 ; l'activité ne devient alors possible que sur une plateforme agréée (clôturée, aires étanches, équipée de façon à pouvoir collecter les jus, ...).



MATIÈRES ORGANIQUES
fiche N°5



■ Comment s'y prendre ?

La réglementation prévoit un certain nombre de contraintes concernant l'aménagement du site de compostage. Dans la pratique, on choisira une parcelle **suffisamment éloignée des eaux de surface et des riverains** et dont le **sol sera le plus imperméable** possible. Il faudra privilégier les sols plats et éviter absolument les zones en dépression (cuvette).

Si le mélange est très structurant (fumier pailleux, rafles ...), on pourra pratiquer le compostage en tas (jusqu'à 2 à 3 mètres de haut) sinon on pratiquera le compostage en andain (dépôt

linéaire) de taille plus limitée (1,5 à 2,0 mètres de haut).

Attention aux andains de petite hauteur !

Ils sont plus sensibles aux aléas climatiques et notamment aux pluies. Le risque est aggravé en fin de phase thermophile ou la matière décomposée se comporte comme une éponge. Les faibles montées en température ne permettent plus l'évacuation de l'eau du tas. On conseillera à partir de ce stade de bâcher les tas avec un géotextile permettant les échanges gazeux.

■ Pour les élevages en installation classée (circulaire du 24 mai 1996)

- **Au siège de l'exploitation** : pour tout type d'effluent, une aire étanche avec récupération des jus est obligatoire.
- **Au champ** : à même le sol sur terrain plat peu filtrant et seulement pour les effluents de volailles, bovins et porcs après stockage d'au moins 2 mois sous les animaux ou en fumière. Interdiction d'ajouter des effluents liquides et obligation de déplacer le site chaque année. Durée maximale de dépôt : 10 mois.

Distances réglementaires à respecter :

Habitations occupées par des tiers, stades, terrains de campings à l'exclusion des campings à la ferme : 100 mètres (50 mètres pour les élevages bovins, porcins sur litière accumulée en régime déclaratif).

Puits, forages, sources, berges de cours d'eau : 35 mètres.

Lieux de baignade, plages : 200 mètres.

Piscicultures, zones conchylicoles : 500 mètres.

■ Dans les autres cas relevant du RSD

Exemple avec le RSD du Vaucluse

Distances réglementaires à respecter :

Habitations occupées par des tiers, zones de loisirs : 200 mètres,

Puits, forages, sources, berges de cours d'eau, rivages, : 35 mètres,

Voies de communication : 5 mètres.

Les dépôts de plus de 50 m³ doivent faire l'objet d'une déclaration en mairie, les hauteurs de tas sont limitées à 2 mètres et les volumes à 2 000 m³.

4 clés pour bien démarrer le processus de compostage ...

■ Un rapport Carbone/Azote (C/N) proche de 30

Les micro-organismes responsables des fermentations ont besoin de 15 à 30 fois plus de carbone que d'azote pour se développer et décomposer la matière organique.

Il faudra donc **mélanger les matières carbonées** (pailles, sciures, broyats de branches, ...) avec des **matières azotées** fermentescibles (purin, tontes de gazon, margines, écarts de tri, ...) pour pouvoir les composter.

	Purin	Poudre de sang	Lisier de porc	Engrais verts et gazons	Déchets de légumes	Fumier de volaille	Fumier de mouton	Fumier de bovins (pailleux)	Fumier de cheval (pailleux)	Paille de céréales	Bois de taille	Ecorces	Tourbes
C/N	2 à 3	3	4 à 8	10 à 20	10 à 15	10 à 15	15 à 20	20 à 30	20 à 30	80 à 150	100 à 150	100 à 150	50 à 150
Azote (% MS)	5 à 10	10 à 14	8 à 15	3 à 6	2,5 à 4	1 à 6	0,5 à 2	0,3 à 1	0,5 à 1	0,15 à 0,5	0,1		0,4

■ Une porosité permettant une bonne circulation de l'air

Les micro-organismes aérobies consomment de l'oxygène pour oxyder les composés organiques dont ils se nourrissent. Le tas de compost doit contenir au moins **30 à 35% d'espaces lacunaires** pour permettre **une bonne circulation de l'air**. Le processus doit toutefois se dérouler dans une ambiance suffisamment confinée et avec un certain effet de

masse : les déchets verts devront être broyés afin de les fragmenter, ils apporteront ainsi leur effet structurant au tas.

On pourra utiliser l'épandeur à fumier à hérisson horizontal pour aérer les fumiers compacts ou pour **ré-oxygéner le tas** de façon régulière au cours du processus.

■ Une bonne humidité dès le départ de l'opération

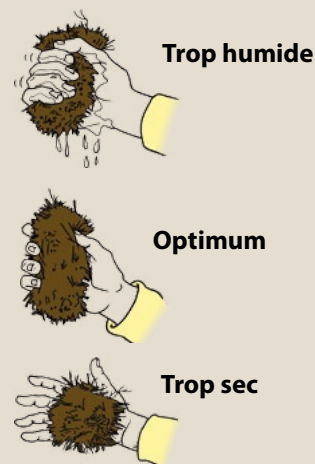
L'eau étant nécessaire à la vie des êtres vivants, le tas de compost doit contenir entre **50 et 60% d'eau** pour permettre une bonne décomposition des matières organiques.

Le mélange suffit la plupart du temps à créer les bonnes conditions d'humidité dans les tas : co-compostage de produits secs carbonés, structurants (pailles, déchets verts, ...) avec des matières pâteuses ou liquides riches en azote (grignons, purins, ...).

Attention aux excès d'eau qui se traduisent par des fermentations anaérobies et la formation d'un «beurre noir» qui devra obligatoirement être repris et mélangé avec des matières sèches.

A l'inverse, sur un fumier trop sec peuvent apparaître des filaments mycéliens blanchâtres caractéristiques : il faudra alors arroser avec un faible débit d'arrosage en veillant à humidifier sans excès et au mieux toutes les pailles.

Test du poing pour apprécier la correcte humectation du produit à composter.



■ Un mélange homogène des matériaux

Ce paramètre sera fondamental si les matériaux sont très différents (fientes de volailles et sciure de bois par exemple).

Le mélange pourra se faire directement dans l'épandeur en poste fixe en mélangeant les matières dans la caisse de l'épandeur au chargement.

Le mélange pourra être également réalisé au chargeur en préalable à la constitution du tas : le temps passé à la préparation d'un mélange le plus homogène possible sera ensuite largement récupéré par un bon déroulement du processus dès la mise en œuvre du mélange sur l'aire de compostage.

Une conduite contrôlée ...

Le compostage peut se définir comme une « fermentation aérobie contrôlée de matières organiques d'origine végétale et/ou animale » : le mot *contrôlée* sous entend un « suivi » de l'opération : **un fumier de dépôt ne donnera jamais un compost !!**

Pour que les fermentations microbiennes se déroulent correctement, les micro-organismes doivent continuellement être alimentés en eau et en oxygène pendant la phase thermophile ; le suivi portera donc sur ces paramètres.

La **température est un bon indicateur** de la disponibilité en oxygène : placer une sonde (ou un thermomètre) à 70 centimètres de profondeur permet de vérifier que les fermentations

thermophiles se déroulent correctement dans le tas.

On pilotera à partir de ce suivi les actions mécaniques à effectuer : une chute de température en deçà de 50°C déclenchera le retournement et ainsi la ré-oxygénation du tas.

A l'occasion de ce retournement, on contrôlera **également l'humidité** du produit.

L'humidification pourra se pratiquer lors du retournement, l'idéal étant d'humecter chaque débris de matière organique, **attention cependant aux excès d'eau !!**

L'arrosage du tas se fera à très faible débit en micro-aspersion pour éviter les zones d'infiltration préférentielles (cas des fumiers pailleux).

La Circulaire du 17/01/02 relative au compostage en établissement d'élevage impose :

- Un suivi hebdomadaire des températures avec un minimum de deux retournements ou une aération forcée ;
- Le maintien d'une température supérieure à 55 °C pendant 15 jours ou à 50°C pendant 6 semaines.
- Les résultats des prises de température sont inscrits dans un cahier, avec la nature des produits compostés, les dates de début et de fin de compostage, et celles des retournements. L'aspect du produit final doit également être noté (couleur, odeur, texture).

Quel matériel choisir pour les retournements ?

Fourche du tracteur	Epandeur à poste fixe	Retourneur d'andain
Temps important : 10 tonnes/heure	Temps important : 16 tonnes/heure	Temps réduit : 500 tonnes/heure
Manipulation peu pratique	Adapté aux quantités réduites Hauteur d'andain limitée	Coût d'achat élevé à utiliser en CUMA
Mélange peu homogène	Résultat correct	Très bon résultat

Sources bibliographiques :

- TRAME, 2008, *Objectif Compostage*
- M. Mustin, 1987, *Le compost*
- ITAB, 2003, *Utilisation du compost en viticulture biologique*

Rédacteur : Gérard Gazeau (CA 84)

Relecteurs : Fabien Bouvard (CRA PACA), Blaise Leclerc (Orgaterre)

Crédits photos : CRIEPPAM – Mise en page : Brigitte Laroche, Bernard Nicolas

Coordination : CRA PACA - Maison des Agriculteurs - 22 rue Henri Pontier

13626 Aix-en-Provence Cedex 1 - Tél. : 04 42 17 15 00 - f.bouvard@paca.chambagri.fr



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «développement agricole et rural»



ADEME





Compostage : Les Principes



Le compostage est un processus de décomposition et de transformation « contrôlées » de déchets organiques biodégradables, d'origine végétale et/ou animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobie (en présence d'oxygène).

Le compostage est caractérisé par ...

- Une **production de chaleur** au début du processus (températures couramment observées comprises entre 40 et 70 °C) consécutive à la forte activité des micro-organismes aérobies décomposeurs (oxydations exothermiques).
- Une **perte de masse et de volume**, due à la perte de matière (CO₂ et H₂O produits à partir des molécules

de matières organiques), à l'évaporation de l'eau sous l'effet de la chaleur et au tassement (perte de structure).

- Une **transformation des matières premières organiques** par voies chimique, biochimique (microbienne) et physique (changement de couleur, d'aspect, de granulométrie), notamment avec la production de composés humiques stabilisés.

Le compost se différencie des matières premières par ...

- Une **structure homogène** (dans un compost de fumier par exemple on ne distingue plus les débris végétaux ni les débris animaux facilement biodégradables).
- La **stabilité des matières organiques qui le composent**, d'autant plus importante que le compost

est évolué (richesse en composés humiques).

- Un **assainissement partiel** par destruction des germes pathogènes, des parasites animaux, des graines et des organes de propagation des végétaux.
- L'**absence d'odeurs** désagréables.

Attention à ne pas confondre avec le « compostage de surface » et le « fumier de dépôt » !! Ils ne peuvent pas être assimilés à des compostages.

- La mise en tas de **fumier dit « de dépôt »** (stocké en tas en bout de champ ou sous un évacuateur à fumier par exemple), ne permet pas d'atteindre les objectifs du compostage en raison de sa lente évolution en grande partie anaérobie, de la persistance plus longue des

parasites, même si une légère production de chaleur est remarquée. Le produit final n'est pas assaini.

- Le « **compostage de surface** » (épandage suivi d'une incorporation superficielle des matières organiques), ne présente pas l'élévation de température consécutive à la mise en tas. L'évolution des matières premières est différente et n'aboutit pas à un compost. Le produit n'est pas assaini.



MATIÈRES ORGANIQUES
fiche N°4

Un processus en 4 phases ...

Plusieurs paramètres (température, pH, taux d'oxygène...) présentent des variations au cours du compostage. L'évolution de la température, qui exprime l'activité de la succession de populations microbiennes liées aux modifications du milieu, est la manifestation la plus perceptible de la dynamique du compostage. Elle permet de distinguer 4 phases :

- **la phase mésophile (A)** est la phase initiale du compostage. Les matières premières sont envahies par les micro-organismes mésophiles (bactéries et champignons essentiellement), absorbant les molécules simples (sucres simples, acides aminés, alcools...) et transformant une partie des polymères (protéines, acides nucléiques, amidon, pectines, hémicellulose, cellulose...). Leur activité engendre une montée en température (de 10-15 °C à 30-40 °C), un dégagement important de CO₂ (d'où la diminution du rapport C/N) ainsi qu'une acidification. La dégradation de la cellulose durant cette phase est responsable de plus de 75 % de la perte de poids sec.

- **la phase thermophile (B)** est atteinte, au centre du tas, à des températures élevées (de l'ordre de 60 à 70 °C pour les composts agricoles), auxquelles ne résistent que des micro-organismes thermotolérants ou thermophiles (arrêt de l'activité des champignons, développement des actinomycètes et des bactéries thermophiles). Les pertes en azote, minéralisé sous forme ammoniacale (NH₄⁺), qui peut être volatilisé sous forme d'ammoniac (NH₃) dans certaines conditions, ainsi que l'évaporation d'eau, sont plus importantes au cours de cette phase. La libération de CO₂ peut entraîner, à la fin des phases thermophiles, jusqu'à 50 % de perte en poids sec.

Les hautes températures caractérisant la phase thermophile ne concernent que le centre du tas.

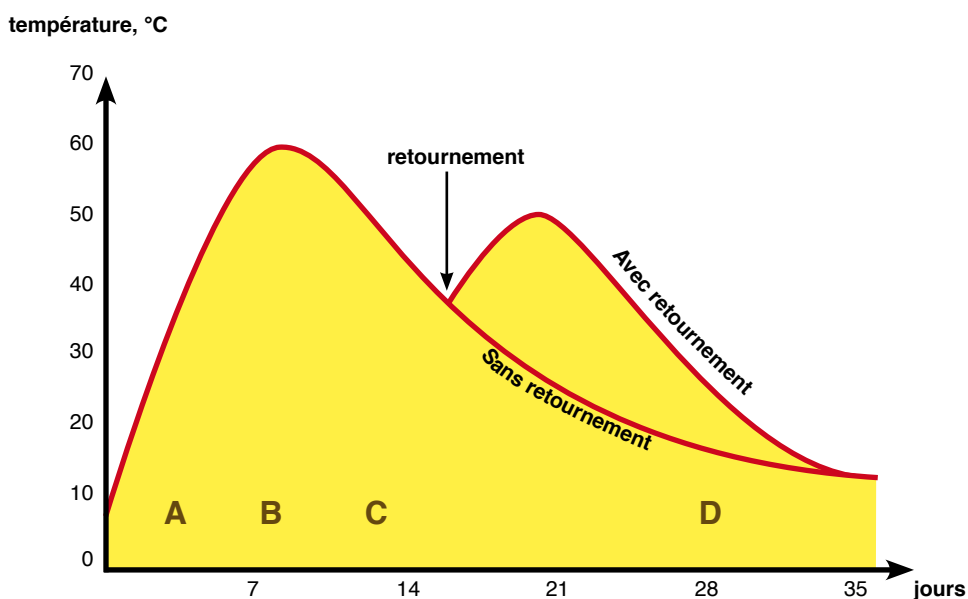
Les matières situées en bordure de tas doivent être reprises par un ou deux retournements. Après un retournement, on observe la succession des 3 phases précédentes ; les températures atteintes en phase thermophile sont cependant de moins en moins élevées au fur et à mesure des retournements avec l'appauvrissement progressif du tas en molécules facilement biodégradables. Cette technique permet de s'assurer que tous les éléments du tas subissent les différentes phases du compostage afin que le produit final soit homogène et entièrement assaini.

- **la phase de refroidissement (C)** est la phase intermédiaire entre la phase thermophile et la phase de maturation. Elle prend fin avec le retour à la température ambiante. Le milieu est colonisé de nouveau par des micro-organismes mésophiles. Ils dégradent les polymères restés intacts en phase thermophile et incorporent l'azote dans des molécules complexes.

- **la phase de maturation (D)** présente peu d'activité microbiologique (recolonisation par des champignons) mais est adaptée à la colonisation par la macro-faune, en particulier les lombrics lorsque ceux-ci sont présents dans l'environnement du tas. Les matières organiques sont stabilisées et humifiées par rapport aux matières premières mises à compostier. Le pH s'équilibre vers la neutralité.

Les trois premières phases sont relativement rapides par rapport à la phase de maturation et interviennent plusieurs fois en cycle après chaque retournement du tas.

Leur durée ainsi que l'amplitude des variations dépendent cependant des matériaux de départ et des conditions techniques dans lesquelles s'effectue le compostage. Les dates des retournements ne peuvent donc être fixées selon un calendrier précis, mais sont déterminées par la baisse de la température.



Les 4 phases du compostage

Une concentration en éléments minéraux pendant le compostage ...

Le compostage se traduit par une réduction de masse de 50 % environ, due au dégagement de CO_2 (provenant majoritairement de la minéralisation de la cellulose) et de vapeur d'eau. Ainsi, les éléments minéraux contenus dans la matière première d'origine ont tendance à se

concentrer pendant le compostage (s'ils ne sont pas perdus, voir paragraphe suivant).

Ainsi la teneur en éléments fertilisants majeurs, NPK, peut quasiment doubler dans le compost par rapport à la matière première d'origine (cf. tableau 1 ci-dessous : exemple avec le fumier).

	Matière sèche	Matière organique	Azote (N) total	Phosphore (P_2O_5)	Potassium (K_2O)
Compost	330	210	8	5	14
Fumier*	180 à 220	150 à 180	5 à 6	1,7 à 2,3	6 à 9,5

* Fourchette selon le type de stabulation



... mais des pertes possibles en azote et en potasse

Les pertes possibles au cours du compostage concernent essentiellement l'azote et la potasse.

Pour **l'azote**, le risque principal est une perte sous forme ammoniacale (NH_3) lorsque le fumier d'origine est riche en azote (donc principalement les fumiers de volailles) et que le tas est retourné souvent pendant sa phase thermophile.

A chaque retournement, les quantités d'azote ammoniacal dégagées peuvent être très importantes, jusqu'à représenter sur toute la période de compostage la moitié de l'azote total présent au départ dans le fumier.

Concernant **la potasse**, c'est en fin de maturation, si le tas est laissé trop longtemps au lessivage des pluies, que les pertes peuvent être

importantes, car la potasse est en solution dans la phase liquide et donc peut être facilement entraînée par l'eau de percolation qui traverse le tas.

Ces pertes peuvent comme pour l'azote être très importantes et représenter jusqu'à la moitié de la potasse présente initialement dans le fumier.

Pour **limiter ces pertes**, il est préférable de couvrir le tas lorsque celui-ci a atteint sa phase de maturation, surtout sous climats pluvieux. Les pertes en phosphore ne sont possibles que par entraînement direct d'éléments solides du compost car le phosphore n'est pas présent sous forme gazeuse ni en solution et est contenu dans la matière organique ou dans les micro-organismes du compost. Ces pertes sont donc toujours très limitées.

Action sur le sol et durée de compostage

Lorsqu'on évoque les composts de fumiers, il est important de distinguer deux types de composts en fonction de leur évolution. La figure ci-dessous illustre les principales différences entre un compost que l'on peut qualifier de «jeune», et un compost plus âgé, souvent qualifié de «mûr».

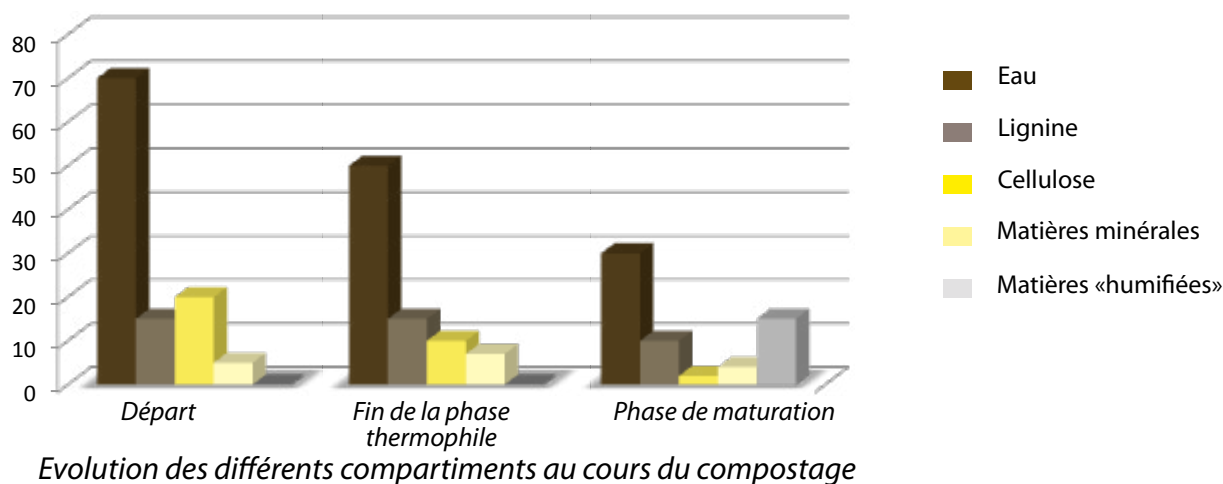
On remarque qu'en fin de phase thermophile, après environ 1 mois de compostage pour un fumier de bovins ayant subi 2 voire 3 retournements, c'est essentiellement la cellulose contenu dans les pailles qui a été dégradée.

Avec le départ d'une partie de l'eau, la dégradation de cette cellulose représente une perte en poids de près de la moitié de la masse originelle. Ce compost «jeune» est caractérisé par une structure relativement homogène par rapport au fumier d'origine, elle en facilite l'épandage et l'incorporation au sol. De plus, c'est un produit qui provoque, une fois enfouit, le développement d'une activité biologique plus importante que ne le ferait un compost plus âgé. C'est donc un produit idéal pour augmenter la

stabilité structurale sur le court terme (quelques semaines à quelques mois).

Le compost dit en maturation, au minimum âgé de 3 mois, voit sa teneur en cellulose continuer de baisser, mais également sa teneur en lignine, cette dernière donnant naissance, par des processus d'humification, à un nouveau compartiment de matières organiques constituées de composés humiques.

Ce type de compost, à qui l'on a laissé les populations de champignons fabriquer ces substances humiques (c'est la phase dite de «maturation») a donc acquis des propriétés différentes du compost «jeune». En effet ces substances humiques vont mettre beaucoup plus de temps à se dégrader dans le sol une fois que le compost y sera incorporé, de sorte que ce compost plus «mûr» sera plus efficace pour remonter la teneur totale en carbone organique du sol. Il jouera donc un rôle important sur les propriétés du sol liées au stock de carbone : capacité de rétention en eau, CEC, particulièrement recherchées dans les sols sableux.



Sources bibliographiques :

- ITAB, 2001 *Guide des matières organiques*
- TRAME, 2008 *Objectif compostage*
- M. Mustin, 1987 *Le compost*
- ITAB, 2003 *Utilisation du compost en viticulture biologique*

Rédacteur : Blaise Leclerc (Orgaterre)

Relecteurs : Fabien Bouvard (CRA PACA), Gérard Gazeau (CA 84).

Crédits photos : Gérard Gazeau, Yvan Deloche

Mise en page : Brigitte Laroche, Bernard Nicolas

Coordination : CRA PACA - Maison des Agriculteurs - 22 rue Henri Pontier

13626 Aix-en-Provence Cedex 1 - Tél. : 04 42 17 15 00 - f.bouvard@paca.chambagri.fr



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale «développement agricole et rural»



ADEME





Adapter les Apports Organiques au sol



En agriculture biologique, la nutrition des cultures ne passe pas directement par l'apport d'éléments minéraux, mais par des apports de matières organiques aux multiples effets sur la fertilité du sol. Celle-ci est également entretenue par **un ensemble de pratiques culturales favorables** telles que :

- la rotation des cultures,
- la pratique des engrais verts,
- la maîtrise de l'aération et de l'humidité du sol.

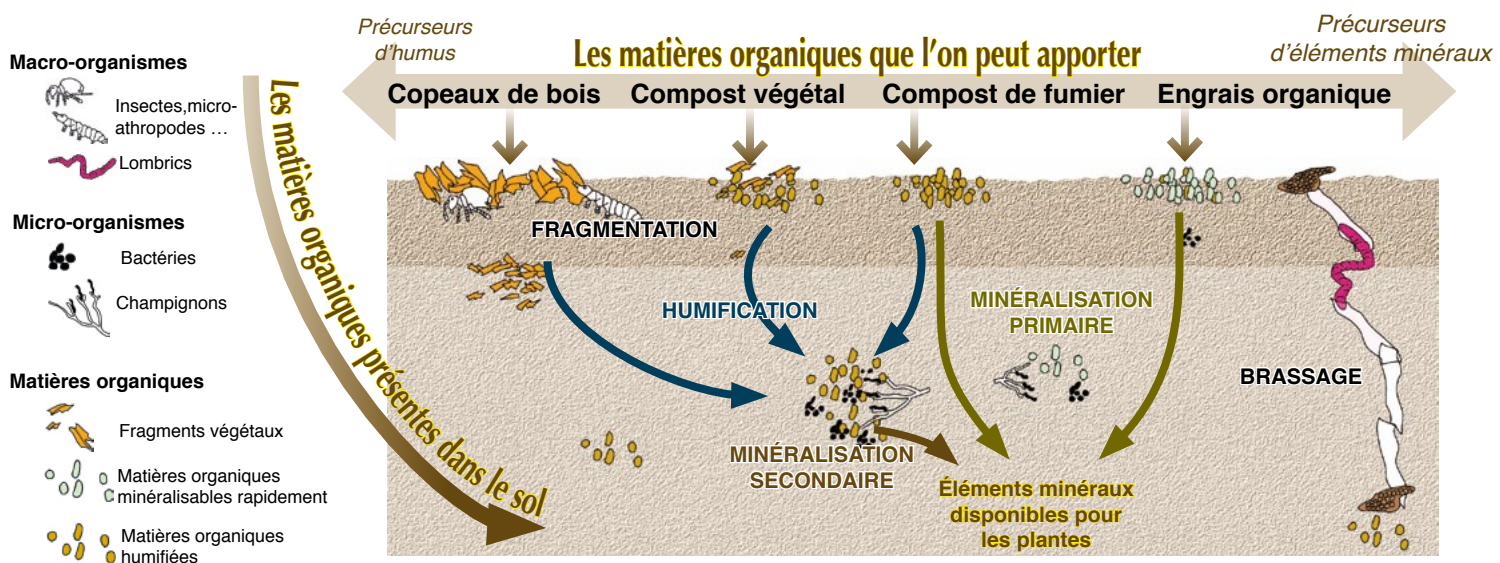
Connaître le fonctionnement du sol : la clé du raisonnement

Différents mécanismes entrent en jeu dans l'assimilation des matières organiques dans le sol :

- Les éléments végétaux grossiers sont fragmentés par l'action des insectes et des microarthropodes.
- Les fragments végétaux sont ensuite transformés en humus, sous l'action de micro-organismes.
- L'humus est minéralisé progressivement.
- Certaines fractions de matière organique, en particulier celles d'origine animale, sont directement minéralisées,

sans passer par l'étape d'humification .

Selon les sols, ces mécanismes agissent avec des intensités différentes. Afin de raisonner au mieux les apports, il est important de bien évaluer la fertilité de son sol : physique (texture, aération, structure), chimique (teneur en éléments minéraux, pH), et biologique (matière organique présente et évaluation de sa disponibilité, présence de micro-organismes et de vers de terre).



MATIÈRES ORGANIQUES
fiche N°3



Comment évaluer la fertilité des sols ?

Les observations de terrain

Le profil de sol pour connaître son sol en 3 dimensions

Creuser une fosse pédologique permet d'évaluer la fertilité physique (structure, porosité, compacité) et biologique (présence de vers de terre notamment) et de révéler d'éventuels dysfonctionnements (matière organique non dégradée, hydromorphie, obstacles à l'enracinement).

Le profil cultural pour évaluer l'impact du travail du sol

L'observation des strates superficielles de sol permet de diagnostiquer l'impact des pratiques sur la fertilité physique du sol. Cette méthode consiste à décrire les hori-

zons supérieurs en identifiant les états structuraux du sol (structure continue, fragmentaire ou particulaire) et l'état interne des mottes.

L'observation des plantes naturelles pour estimer le fonctionnement organique du sol

Les « mauvaises herbes » rencontrées dans une parcelle cultivée apparaissent parce que les conditions de climat et du sol lui sont favorables. Connaître ces liens permet d'avoir des éléments de diagnostic du sol.¹

Les analyses de laboratoire

Les analyses classiques complémentaires aux observations de terrain

Le taux de matières organiques

Il est calculé à partir de la mesure du carbone organique total de l'échantillon. C'est un élément de suivi qui permet de savoir si le sol est bien fourni en matières organiques ou non. Cependant, il ne donne pas d'indication ni sur la qualité ni sur l'évolution prévisible de ces matières.

Le ratio Carbone sur Azote total (C/N)

C'est un indicateur de la dynamique de décomposition de la matière organique du sol :

- **C/N > 12** : la matière organique a des difficultés à se décomposer voire s'accumule.
- **C/N < 10** : la décomposition est rapide et le stock en matière organique diminue.

La teneur en nitrates avec le « Nitratetest »

Cette analyse est facilement réalisable avec du petit matériel. Elle permet d'estimer la quantité (en kg/ha) d'azote disponible sous forme nitrate dans le sol. L'interprétation bien que délicate peut donner de précieux renseignements sur l'état de minéralisation de la matière organique du sol : des teneurs très élevées peuvent remettre en cause la stratégie d'apport et des teneurs faibles poser la question de leur insuffisance, ou de problèmes de blocage de la vie du sol.

Il est important de replacer les valeurs obtenues dans le contexte : conditions climatiques, culture en place, quantité et nature des apports réalisés. Il est également intéressant de comparer les parcelles entre-elles et de suivre l'évolution de la teneur dans le temps.

Le coefficient de minéralisation (K2)

Le K2 caractérise « la minéralisation de l'humus ». Il peut être utile d'essayer de le quantifier afin d'estimer les pertes annuelles de matière organique, ainsi que la mise à disposition naturelle du sol en azote. Le K2 dépend essentiellement du type de sol et des conditions climatiques : plus le sol est chaud, plus les pertes sont importantes. Celles-ci sont réduites si le sol est argileux et dans une moindre mesure s'il est calcaire.

L'une des formules² pouvant être utilisée pour calculer ce K2 est la suivante :

$$K2 = \frac{(0,6 t^{\circ} - 3)}{(1 + 0,05 A) (100 + 0,15 CaCO_3)}$$

t° : température moyenne annuelle

A : teneur en argile en %.

CaCO₃ : teneur en CaCO₃ en ‰.

Ce coefficient théorique est à adapter en tenant compte d'autres facteurs tels que : intensité du travail du sol, état d'humidité et de compaction du sol, présence d'aluminium libre, carence en azote et en phosphore³.

Comment calculer la quantité de matière organique minéralisée en utilisant le K2 ?

Exemple sur le site du GRAB⁶ à Avignon

Température annuelle : 14,8 °C

Teneur en argile : 23 %

Teneur en CaCO₃ : 400 ‰

$$K2 = 1,7 \%$$

Cela signifie que 1,7 % de la matière organique de la terre fine du sol est minéralisée tous les ans.

L'analyse de sol indiquant une teneur en matière organique de 2,4% sur une masse de terre fine de 3780 t/ha (estimation en fonction de la profondeur de sol travaillé, de la densité et du taux de cailloux), on estime à 3780 t/ha x 2,4 % = 90 t/ha le stock de matière organique.

90 t/ha x 1,7 % = 1,5 t/ha de matière organique sont minéralisées dans ce sol tous les ans.

Les analyses organo-biologiques

Le fractionnement granulométrique

Cette technique consiste à séparer les matières organiques selon leur taille. Les particules les plus grosses (> 200 µm) dont le renouvellement est rapide, les particules de taille moyenne (entre 50 et 200 µm), qui représentent la matière organique libre et lentement minéralisée. Les particules les plus fines (<50 µm) liées aux minéraux, résistent à la dégradation. En général, cette fraction est en proportion majoritaire dans les sols cultivés⁴.

Cette analyse permet de préciser la nature et le niveau de stabilité des matières organiques dans le sol.

Les mesures biologiques

La **mesure de la biomasse microbienne** quantifie la présence des principaux agents de transformation du sol (ensemble des micro-organismes du sol).

La **mesure des minéralisations** du carbone et de l'azote traduit l'activité globale de la biomasse microbienne et permet d'estimer un potentiel de minéralisation. Cette mesure est intéressante pour essayer de quantifier le pouvoir alimentaire d'un sol en azote.

La méthode BRDA-Hérody

Il s'agit d'une méthode globale qui combine des observations de terrain ainsi que des analyses de laboratoire. Notamment, une différenciation fine est faite

entre différentes fractions de matières organiques, selon leur caractère actif ou non, stable ou fugitif, directement lié au minéral ou non.

Choisir la méthode en fonction du type de diagnostic souhaité :

- orienter des choix techniques pour plusieurs années : profil pédologique, analyses « classiques », méthode BRDA-Hérody (4-5 ans), analyses organo-biologiques (2-3 ans).
- affiner le diagnostic à l'échelle de la culture : profil cultural, observation du végétal, test nitrate.

Connaître les caractéristiques des matières organiques

Les produits organiques peuvent être classés selon la capacité qu'ils ont à rester stables et ainsi augmenter le taux d'humus du sol, ou au contraire à minéraliser facilement, c'est-à-dire libérer des éléments nutritifs disponibles pour les plantes.

De manière générale, les produits végétaux font partie de la première catégorie, et les produits

animaux de la deuxième. Les fumiers, composés de paille et de fèces, sont des produits mixtes qui permettent d'apporter de la matière organique stable tout en ayant un rôle de fertilisation à court terme. Les teneurs en éléments fertilisants sont également des critères importants à prendre en compte dans le choix de la matière organique à apporter.

Les effets relatifs de différents apports de matières organiques sur la fertilité des sols	Broyats de bois	Composts de déchets verts	Lombricompost	Composts de pailles de lavande	Composts de marcs de raisin	Composts de grignons	Composts de fumiers	Grignons bruts	Fumiers	Engrais organiques (ex farine de plume)
Augmentation de la teneur en carbone du sol	Effet important	Effet important	Effet variable *	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet négatif
Augmentation de l'activité microbologique	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet important	Effet faible
Apport d'azote disponible	Effet négatif	Effet négatif	Effet variable *	Effet faible	Effet faible	Effet négatif	Effet négatif	Effet négatif	Effet faible	Effet important
Apport de phosphore	Effet faible	Effet faible	Effet variable *	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet faible	Effet important
Apport de potassium	Effet faible	Effet faible	Effet variable *	Effet important	Effet important	Effet important	Effet variable *	Effet important	Effet important	Effet variable *

Effet négatif Effet neutre Effet faible Effet moyen Effet important * Effet variable

■ Les indicateurs caractérisant la capacité d'un produit à augmenter la teneur en carbone du sol

Le ratio Carbone sur Azote (C/N)

C'est un indicateur très général qui ne rend pas bien compte de l'évolution possible du produit, tout dépendant des formes biochimiques sous lesquelles se trouvent le carbone (C) et l'azote (N). En général, plus le produit est stable, plus le C/N est élevé.

Le coefficient K1

C'est le pourcentage de matière organique (MO) apporté par un amendement, restant dans le sol au bout d'un an, et qui vient ainsi alimenter le stock de MO stable (humus). Il est en principe mesuré au champ et prend donc en compte le K2 du site où il est déterminé. Cette mesure au champ est longue et donc rarement réalisée.

L'Indice de Stabilité Biologique (ISB, en %) et la Caractérisation Biochimique de la Matière organique (CBM, en kg/t)

Il s'agit d'indices calculés à partir des fractions des

principales formes biochimiques d'un produit organique (lignine, cellulose, hémicellulose) obtenues après extraction au laboratoire. Ils permettent de distinguer les produits organiques qui se minéralisent dans le sol rapidement (ex : déjections de volaille), ou très lentement (ex : la tourbe).

L'Indice de Stabilité de la Matière Organique (ISMO, en % ou kg/t)

Ce nouvel indice, étalonné sur un plus large panel de produits et incluant dans sa formule la minéralisation de la MO du produit après trois jours d'incubation en conditions contrôlées, permet de mieux prédire le comportement de la plupart des amendements organiques que ne le faisaient l'ISB ou le CBM. Ce nouvel indicateur a été intégré à la norme NF U 44-051 et sa détermination est obligatoire pour une production de compost supérieure à 3 500 t/an.

■ Les teneurs en éléments fertilisants

L'azote (N)

Dans les matières organiques, l'azote est présent sous deux formes, en proportions variables selon les produits :

Azote minéral immédiatement disponible, rapidement utilisé par les plantes s'il n'est pas lessivé (nitrate) ou volatilisé (ammoniac) ;

Azote organique non immédiatement disponible évoluant sous l'action des microorganismes du sol en azote disponible dans l'année et en complexes stables (les composés humiques) se minéralisant progressivement sur plusieurs années.

Selon leur composition, l'azote contenu dans les produits est ainsi plus ou moins disponible pour les plantes : certains produits comme les broyats de bois et les grignons consomment plus d'azote qu'ils n'en produisent, alors que les engrais organiques apportent de l'azote rapidement disponible.

Le phosphore (P₂O₅)

Les formes organiques (contrairement aux phosphates naturels et scories de déphosphoration), ont l'avantage d'être assimilables plus rapidement par les plantes, même en sol calcaire. **Leur coefficient d'équivalence engrais* est de l'ordre de 60 à 80 %.** Attention aux excès de phosphore risquant d'inhiber les mycorhizes du sol, de bloquer le zinc, et de causer une pollution de l'eau par eutrophisation (dévelop-

pement néfaste d'algues).

Choisir des formulations n'apportant pas trop de phosphore dans les sols déjà riches en cet élément.

Les produits animaux (en particulier les fumiers et fientes de volailles) **sont toujours plus riches en phosphore que les produits végétaux.**

Le potassium (K₂O)

La variabilité des teneurs en potassium peut-être importante notamment dans les fumiers, certains étant plus riches en potassium (fumiers de mouton) que d'autres. Attention pour les composts : le potassium étant facilement lessivable, si le tas de compost est lessivé par les pluies, il peut perdre jusqu'à la moitié de sa teneur en potassium. Le potassium contenu dans les matières organiques est l'élément le plus rapidement disponible pour les plantes. **Son coefficient d'équivalence engrais* est de 100 %.**

Oligo-éléments (cuivre, fer, zinc, manganèse, bore)

Les teneurs en oligo-éléments des matières organiques sont souvent peu connues, mais toujours non négligeables. Fertiliser en bio permet non seulement de maintenir le stock du sol en oligo-éléments, mais aussi d'en améliorer la disponibilité pour les plantes par la pratique des engrais verts et l'apport de matières organiques, notamment d'origine animale.

👁 les fiches par produits

*Coefficient d'équivalence engrais = quantité d'éléments minéraux directement assimilables

■ Matières organiques en sacs du commerce : Comment faire son choix ?

Une très grande diversité de produits issus de matières organiques est disponible dans le commerce. Différentes caractéristiques et critères sont à prendre en compte lors du choix.

Composition : simple ou multi-produit, tels des fumiers, du compost, des tourteaux végétaux, de la vinasse de betterave (apport de potassium sans magnésium, ce qui est intéressant en sol ayant un ratio K/Mg trop faible), de la farine de sang ou de plume (apport d'azote rapidement disponible), des farines de viande et d'os, des fientes de volaille (idem farines + phosphore).

Type de produit : brut (s'incorpore de manière homogène au sol) ou en granulés (produit plus facile à épandre, mais nécessitant d'être humidifié pour bien s'incorporer au sol).

Teneur en matières sèches : plus elle est faible, plus le produit est humide et plus il faudra l'épandre en quantité.

Teneur en matière organique sur poids net : plus elle est faible, plus le produit contient des substances non organiques (sable, éléments minéraux : azote et phosphore minéral notamment).

Teneur en éléments fertilisants : doivent être obligatoirement mentionnées les teneurs en azote (N), phosphore (P_2O_5) et potasse (K_2O). Les teneurs sont à relativiser en fonction de l'origine des matières organiques constitutives afin d'en estimer la disponibilité pour les plantes et prévoir l'évolution du produit dans le sol.

Utilisation en agriculture biologique : la mention doit apparaître sur le sac.

■ Fréquence des apports

	Apports fractionnés (au moment des besoins de la culture)	Apports réguliers (1 à 2 fois /an)	Apports espacés (tous les 2-3 ans)
Type d'apport	Produit à libération rapide (ex : fientes de volaille)	Produit à effet amendement et fertilisant (ex : compost de fumier)	Produit stable, riche en humus (ex : compost de déchets verts)
Quantité	A ajuster au plus près des besoins des cultures	A adapter au sol et aux cultures	Quantités importantes possible
Objectif	Augmenter l'activité biologique du sol + fertiliser les cultures	Entretien l'humus du sol + fertiliser les cultures	Entretien l'humus du sol

Adapter les apports ...

... au sol

En cas de sol équilibré, il est indiqué d'apporter des matières organiques mixtes à la fois stable et facilement minéralisable et de composition en éléments nutritifs équilibrée, tels que les composts de fumier.

Mais certains sols peuvent être améliorés en orientant le choix vers un type particulier de produit organique. Ci-dessous, trois diagnostics possibles et leur « remède » :

Le taux de matière organique du sol est faible ainsi que son C/N, il a tendance à beaucoup minéraliser car il est peu riche en argile, et de pH neutre. **Attention, si le taux de matière organique s'amenuise encore, la fertilité du sol risque d'être remise en cause !**

Apporter des produits riches en matières organiques stables (compost de déchets verts, compost de fumiers mûr, copeaux de bois). Il faudra chaque année apporter de quoi compenser les pertes naturelles de matières organiques (voir ci-après), plus de quoi refaire le stock dégradé.

... à ses cultures fiches fertilisation par filière

... à ses pratiques

La profondeur de travail de sol influe beaucoup sur la diminution du stock d'humus : plus le sol est travaillé en profondeur et avec une fréquence élevée, plus grande sera la quantité de matière organique minéralisée.

En maraîchage, l'irrigation, le paillage, l'utilisation d'abris chauffés accentuent également la minéralisation.

Des matières organiques fraîches produites sur une parcelle et non récoltées peuvent être laissées sur le sol ou incorporées (notion de restitutions humiques).

Selon le type de résidus, on a une augmentation de l'humus et/ou des éléments minéraux du sol.

L'analyse révèle un fort taux de matière organique et un C/N élevé, de plus le sol est argilo-calcaire et donc a peu tendance à minéraliser. **Il a certainement tendance à stocker la matière organique !**

Apporter des produits riches en azote facilement minéralisable (fientes de volaille, sang séché, corne, guano). Les engrais verts permettront également d'activer la vie du sol et ainsi de rendre disponibles les éléments stockés sous forme d'humus.

L'analyse de sol présente des excès ou des carences en éléments fertilisants, des risques de blocage par déséquilibre entre éléments. En effet on observe des signes de carence sur les végétaux, ou encore des traces d'excès de phosphore (développement d'algues vertes dans les flaques) ...

Choisir un apport organique en fonction de sa teneur en éléments fertilisants ! Produit issu de volaille pour un sol déficient en phosphore, riche en potasse en cas de carence réelle ou induite par un fort taux de magnésium...

- En arboriculture et en viticulture, les pratiques d'enherbement (de plus de 3 ans) sont favorables surtout par la décomposition des racines (apport de 100 à 300 kg d'humus par hectare) ; le broyage des bois de taille contribue également à entretenir le stock d'humus du sol (250 à 500 kg d'humus/ha) et apporte également des quantités non négligeables de potasse.
- En céréales, l'enfouissement des pailles produit un effet similaire (apport d'humus et de potasse).
- En légumes, les parties feuilles et racines non récoltées sont par contre rapidement minéralisées et apportent des quantités non négligeables d'éléments fertilisants.

Calculer les quantités à apporter ...

... pour maintenir une bonne teneur en matière organique

Qu'est-ce qu'une bonne teneur en matières organiques ?

Pour l'instant, personne n'a la réponse précise. Différents travaux de recherche ont montré que plus la teneur en argile du sol est élevée, plus le

taux de matière organique souhaitable augmente. Cependant une étude britannique conclut qu'il reste difficile de parler de seuils de teneurs satisfaisantes⁵. Le taux de matière organique souhaitable est souvent mentionné entre 2 et 4 %, ce qui est

relativement difficile à atteindre en sol sableux sous climat méditerranéen.

Dans la pratique, l'idée est de **veiller au moins à ce que le stock de matières organiques de son sol ne diminue pas** (pour éviter une dégradation sur le moyen et long terme), voire de **se donner un objectif de rehaussement** si l'on estime que les propriétés physiques, chimiques, biologiques. Ainsi, la fertilité générale de son sol peut être améliorée.

En effet, un manque de matière organique dans un sol est *a priori* plus préjudiciable pour sa fertilité (mauvaise rétention de l'eau et des minéraux, compaction, battance), qu'un excès (accentuation des processus naturels du cycle des matières organiques: minéralisation excessive ou au contraire phénomène de faim d'azote, variables dans l'année selon les conditions de climat et le type de matières organiques constituant le sol).

Comment calculer la quantité d'amendement organique à apporter ?

Exemple sur le site du GRAB⁶ à Avignon

Cette parcelle n'ayant pas de restitution organique par les résidus de culture, l'ensemble de la matière organique minéralisée chaque année (1,5 t/ha) est à compenser.

- Si on utilise un **compost de déchets verts**, contenant 27 % de MO sur son poids brut et ayant un ISMO de 0,8, il faudra en apporter : $1,5 / (0,27 \times 0,8) = 7 \text{ t/ha}$

- Si c'est un **compost de fumier de bovins** qui est utilisé, contenant 21 % de MO sur son poids brut et ayant un ISMO de 0,6, il faudra en apporter : $1,5 / (0,21 \times 0,6) = 12 \text{ t/ha}$

Ce type de calcul est bien sûr théorique, les dynamiques d'évolution des sols et des matières organiques étant compliquées à modéliser. Quoi qu'il en soit, l'intérêt est d'avoir une base de réflexion sur les pertes et les entrées en MO sur ses parcelles. L'évolution des teneurs en MO se faisant plutôt sur le long terme, il est important aussi de comparer des analyses de MO faites à 4 ans d'intervalles par exemple, sur une même parcelle.

... pour apporter de l'azote, sans excès

La fertilisation est loin d'être une science exacte. Il existe tellement de facteurs qui interviennent dans le fonctionnement du sol et les besoins des plantes, qu'il est difficile de savoir précisément les quantités justes à apporter.

Cependant, il est indispensable de réaliser quelques calculs afin de se donner des repères et des limites maximales d'apports à réaliser, en particulier concernant l'azote. Cela permet :

- d'éviter la surfertilisation et les problèmes qui lui sont liés : mauvais équilibre des plantes, problèmes sanitaires, pollution des nappes phréatiques et des cours d'eau.

- de vérifier que l'on respecte la réglementation limitant les apports d'effluents d'élevage à 170 kg d'N/ha.


Attention, des carences observées peuvent ne pas être liées à des apports insuffisants, mais à un dysfonctionnement du sol (asphyxie, sécheresse, compaction), ou dans le cas de cultures précoces à un sol froid n'ayant pas encore commencé à minéraliser.

Dans ces cas là, il faudra s'attacher à résoudre le dysfonctionnement s'il y en a un, ou assurer la nutrition des cultures précoces avec des matières organiques facilement décomposables, afin de couvrir les besoins jusqu'à mai seulement.

BILAN AZOTÉ

APPORTS = BESOINS - FOURNITURE DU SOL - CORRECTIONS

Les besoins de la culture dépendent :


- de son espèce ( fiches fertilisation par filière),
- du rendement attendu et de la durée d'implantation,
- du potentiel d'enracinement (l'utilisation de portes greffes vigoureux en maraîchage, la présence de mycorhizes ainsi qu'une bonne texture et profondeur de sol permettent en favorisant l'enracinement de diminuer les besoins de la plante en termes de teneurs dans le sol).

La fourniture du sol dépend :

- de sa nature (teneur en argile et en calcaire définissant le coefficient de minéralisation K2),
- des conditions climatiques de l'année,
- des pratiques (apports organiques et cultures précédentes, irrigation, travail du sol).

Des corrections sont à apporter en fonction :

- de l'état de la culture précédente (croissance végétative, maladies cryptogamiques), qui peut donner des indications sur des excès ou des carences en azote,
- des résultats d'un éventuel test azote.

 exemple page suivante

Exemple de bilan azoté

		(en kg/ha)	Valeur pour l'exemple * (en kg/ha)
BESOINS DE LA CULTURE		40 à 300	200
FOURNITURE DU SOL	Minéralisation de la matière organique constitutive du sol (voir analyse)	20 à 100	1,7% de 3,74 t/ha d'N total estimé soit 60 kg/ha
	Minéralisation résiduelle des apports organiques précédents	10 à 50	12 t/ha de fumier de bovin à 0,8% d'N dont il reste 20% azote soit 20 kg/ha
	Reste des cultures précédentes ou engrais verts	0 à 50	Pas de résidus ni d'engrais vert soit 0 kg/ha
	Utilisation d'azote par les micro-organismes pour décomposer la lignine (faim d'azote)	- 10 à - 100	Pas d'apport de matières ligneuses soit 0 kg/ha
CORRECTIONS	Excès observés	10 à 200	Test azote réalisé en mars révélant une teneur élevée de nitrates soit 20 kg/ha
	Carences observées	- 10 à - 200	
APPORTS = BESOINS - FOURNITURE - CORRECTIONS		0 à 250	100

* Pour une culture de tomate mise en place sur le site du GRAB

Comment convertir les unités d'azote en tonne de matière organique par hectare ?

$$\text{Quantité de produit à épandre (en t/ha)} = \frac{\text{Azote à apporter (en kg/ha)}}{\text{Teneur du produit en azote « disponible » (en kg/t)}}$$

La teneur du produit en azote « disponible » est à estimer en fonction de la teneur en azote du produit et sa disponibilité (☞ fiches par produit et fiche n°18, indications sur l'emballage, analyses de laboratoire, ...).

Entre un compost de fumier moyennement pourvu en azote et minéralisant progressivement et partiellement la première année, et un guano à minéralisation rapide, les quantités ne seront pas les mêmes.

Choisir l'unité la plus adaptée au terrain
1 t/ha = 100 kg/1 000 m² = 100 g/m²

Exemple de conversion

Quelle quantité de compost de fumier de bovin (contenant 8 kg/t d'azote, dont 40% de disponible la première année) faut-il prévoir pour fertiliser la tomate de notre exemple ?

$$100 / (8 \times 0,4) = 30 \text{ t/ha soit } 3 \text{ t/1 000 m}^2 \text{ ou } 3 \text{ kg/m}^2$$

Ces apports permettront également de compenser les pertes annuelles d'humus du sol (12 t/ha nécessaires, d'après les calculs précédents), et même d'en renforcer la teneur.

Sources bibliographiques :

- 1 Ducerf Gérard, *L'encyclopédie des plantes bio-indicatrices, Guide de diagnostic des sols*, Promonature, 2007
- 2 Balesdent J., INRA
- 3 Girard MC et al., *Sols et environnement*, 2^{ème} édition, Editions DUNOD, 2005
- 4 Salducci X, 2011 : *Diagnostic de la fertilité biologique des sols et gestion de la MO*, Celesta-Lab
- 5 Loveland et Webb, 2003
- 6 Groupe de Recherche en Agriculture Biologique



Rédacteur : Eleonore Bouvier (CA 06) - Relecteurs : Gérard Gazeau (CA 84), Didier Jammes (Bio de Provence), Blaise Leclerc (Orgaterre), Yves Nouet (CA30).

Crédits photos : CA 84 – Mise en page : Brigitte Laroche, Bernard Nicolas

Coordination : CRA PACA - Maison des Agriculteurs - 22 rue Henri Pontier

13626 Aix-en-Provence Cedex 1 - Tél. : 04 42 17 15 00 - f.bouvard@paca.chambagri.fr

- Septembre 2012 -