

Le compostage : principes et modalités

B. Joliet

Le processus de compostage peut être défini comme une fermentation aérobie contrôlée de matières organiques d'origine végétale et/ou animale.

Le compostage : un processus de fermentation

Ce terme de fermentation force à rapprocher ce processus de transformation biologique des autres fermentations que l'homme utilise pour conserver ses aliments (vin, pain, fromage, saucisson, choucroute...) et qui mettent en oeuvre différents groupes de micro-organismes, même s'il est vrai que ces fermentations ne sont pas tout à fait du même type. Par ailleurs, toutes proportions gardées liées à la valeur du produit, il serait souhaitable de porter autant de «soin» à cette fermentation qu'aux autres.

Cette fermentation est «aérobie» car l'oxygène est nécessaire à la «respiration» des micro-organismes intervenant dans ce processus ; elle est «contrôlée» car, comme pour le vin, le pain et les autres fermentations alimentaires, l'homme cherche à transformer un produit pour en obtenir un autre aux qualités différentes, en particulier plus stable, c'est-à-dire apte à mieux se conserver. Il faut donc assurer

MOTS CLÉS

Compost, fertilisation organique, fumier, lisier.

KEY-WORDS

Compost, organic fertilization, manure, slurry.

AUTEUR

Chargé de mission, Institut Technique de l'Agriculture Biologique, F- 39160 Poisoux.

les conditions optimales au travail des différents groupes de micro-organismes qui interviennent dans cette fermentation, ceci afin d'obtenir le produit recherché ; il ne viendrait pas à l'idée du boulanger ou du fromager de prendre le risque de «laisser faire» : ils mettent tous les atouts de leur côté en contrôlant et corrigeant, si besoin est, les différents paramètres.

A propos de la nature des matières organiques mises en compostage, remarquons que le terme «compost» vient du mot «composé». Le compost se réalise à partir d'un mélange indéterminé de matières organiques végétales et animales, dont il faut néanmoins exclure certains produits ou sous-produits végétaux trop riches en substances antifongiques, bactériostatiques ou antifermentaires naturelles (terpènes, phénols...).

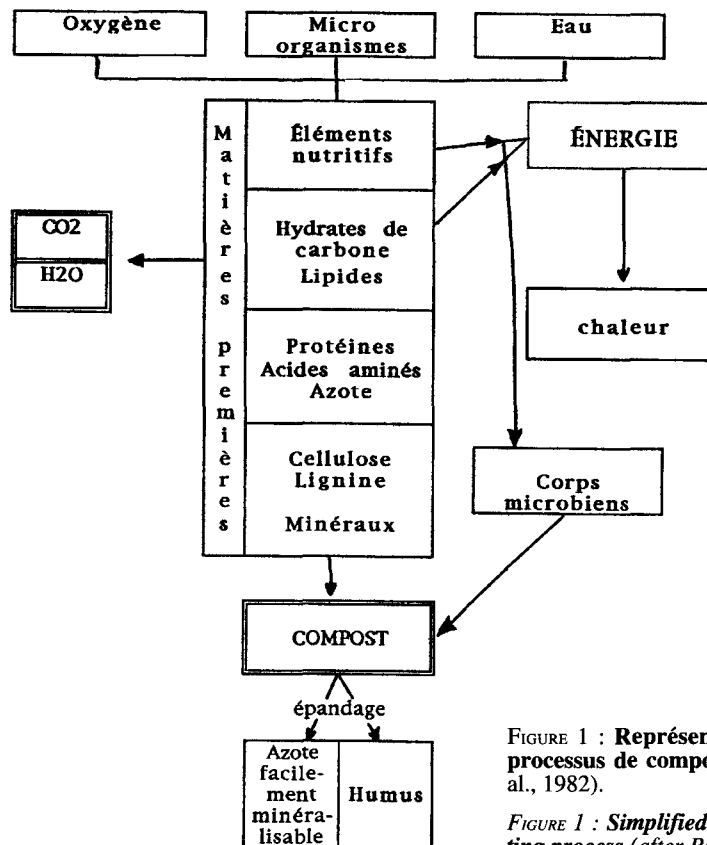
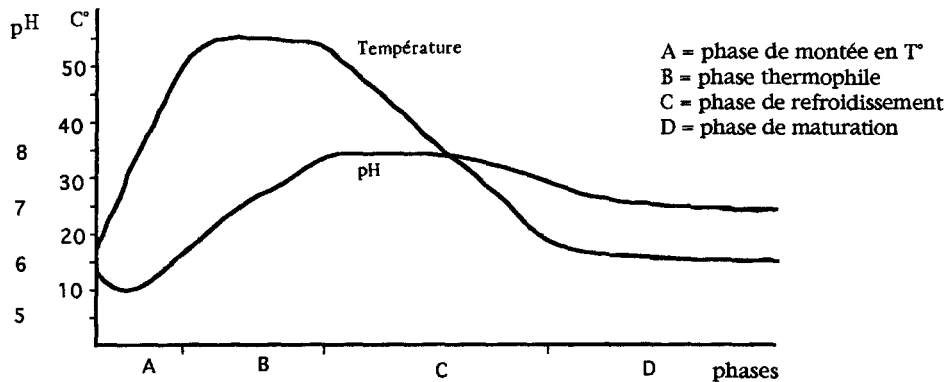


FIGURE 1 : Représentation schématique du processus de compostage (d'après PFIRTER et al., 1982).

FIGURE 1 : Simplified diagram of the composting process (after PFIRTER et al., 1982).



- Echelle de temps : les phases A à D peuvent représenter de 2 à 6 mois (de nombreux facteurs interviennent)
- Phase A : la métabolisation des éléments solubles (sucres simples, protéines, lipides...) par les bactéries provoque la montée en température.
- Phases C et D : dégradation des sucres complexes (cellulose, lignine) par des actinomycètes ou champignons
- Phase D : la mésofaune détritivore (vers, acariens, collemboles, insectes, myriapodes) se met au travail
- Retournements : à faire en fin de phase B et/ou en début de phase C. A chaque retournement, il doit y avoir une nouvelle montée en température, ou au moins un palier. Sinon, retourner était inutile.

FIGURE 2 : Evolution de la température et du pH au cours des différentes phases du compostage (d'après MUSTIN, 1987).

FIGURE 2 : Evolution of temperature and of pH during the various stages of composting (after MUSTIN, 1987).

Piloter ce processus demande un savoir-faire

Ce savoir-faire commence dans le mélange des matériaux à composter. En effet, la qualité du produit final dépend d'abord de la qualité du mélange de départ : rapport carbone/azote, homogénéité du mélange, structure, absence de substances antiférentaires ou antigermminatives, naturelles ou résultant de l'activité humaine (agricole ou non). Elle dépend également de la proportion d'eau et d'air. Ce sont les éléments de contrôle de l'agriculteur ; son savoir-faire passe par la maîtrise de ces rapports.

Le premier groupe de micro-organismes intervenant dans le compostage est responsable de la montée en température ; il consomme les sucres solubles, les acides gras volatils et de l'azote (figures 1 et 2). Quand la température dépasse 70°C, le contrôle devient difficile et il y a très souvent dessèchement et perte excessive de matières ; il est plutôt conseillé de rechercher une température entre 50 et 60°C (figure 2). Si aucun effet d'assainissement n'est recherché, le compostage peut très bien être mené à basse température (inférieure à 45°C). Après une petite phase d'aci-

dification au moment de la montée en température, le pH s'équilibre proche de la neutralité.

Les rapports C/N et air/eau ne sont pas indépendants (figure 3) : plus le rapport C/N sera élevé, plus il faudra d'eau ; inversement, plus le mélange sera riche en matières d'origine animale, plus il aura tendance au tassement et plus il aura besoin d'être aéré. Il y aura aussi plus de pertes d'azote par voie gazeuse.

Un manque d'oxygène en combinaison avec un excès d'eau entraîne la formation de ce qu'on appelle communément le «beurre noir» (anaérobiose difficilement récupérable). Un manque d'eau dans une matière à C/N élevé entraîne l'apparition du «blanc» (forme de résistance des actinomycètes et champignons) ; il suffit d'apporter de l'eau pour que le processus redémarre.

Par ailleurs, plus le rapport C/N sera élevé et la proportion de sucres complexes importante, plus le produit final conduira à la formation d'humus stable (qualité «amendement» de ce type de compost). Inversement, plus le C/N sera faible (cas extrême du lisier, compostable en phase liquide par brassage doux et microbulage), plus le produit final sera riche en azote facilement minéralisable (qualité «engrais» de ce type de compost). Un compost épandu en fin de phase thermophile jouera un rôle d'engrais et de «starter microbien» ; épandu en fin d'hiver, il favorisera le «réveil» du sol.

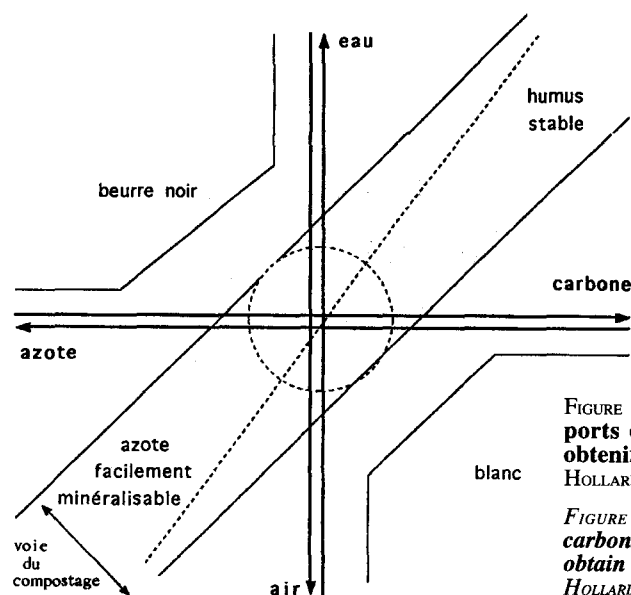


FIGURE 3 : Comment raisonner les rapports carbone/azote et eau/air pour obtenir un bon compostage (JOLIET et HOLLARD, communication personnelle).

FIGURE 3 : Rational determination of carbon/nitrogen and water/air ratios to obtain a good compost (after JOLIET and HOLLARD, personal communication).

Les additifs, activateurs et autres adjuvants

Il est très souvent préconisé d'ajouter divers additifs aux matières premières à composter. Avant d'en dresser une liste critique et sans nier leur utilité, il convient de rappeler que la réussite du compostage, c'est-à-dire la qualité du produit obtenu, tient plus du savoir-faire évoqué plus haut (maîtrise des différents paramètres) que de l'action de ces adjuvants. En d'autres termes, si les règles de départ ne sont pas respectées, les adjuvants limiteront la «casse» mais ne corrigeront pas les erreurs.

Ces adjuvants sont de trois types : microbiens, minéraux et organiques.

– **Les activateurs microbiens** et autres préparations microbiennes : le commerce propose toute une gamme de produits tous plus «efficaces» les uns que les autres. C'est acheter trop cher ce que la nature met à notre disposition gratuitement dans la bouse de vache. En effet, celle-ci est porteuse des groupes microbiens adaptés au compostage. Les agriculteurs biodynamistes le savent bien : ils fabriquent une préparation appelée «compost de bouse» qui peut être utilisée comme activateur de compostage. Comme un «fond de cuve», quelques fourchées de vieux compost «ensemencement» le mélange.

– **Les minéraux** : ils peuvent s'ajouter dans des proportions qui ne doivent pas dépasser quelques pour cent ; bien sûr, ils enrichissent le compost des éléments minéraux (oligo et autres) qu'ils apportent, à condition que leur concentration soit plus élevée que celle de la matière première. Citons les deux principaux groupes :

- les carbonates de calcium (chaux agricole, dolomie, lithotame) ; les micro-organismes se développent mieux en présence de calcaire ;

- les phosphates : il est plus intéressant de les mettre sur la litière comme stabilisateurs : ils limitent les dégagements d'ammoniac.

– **Les adjuvants d'origine organique** : ils peuvent intervenir pour compenser un déséquilibre des matières premières (par exemple de la poudre de sang ou du purin d'ortie pour une faiblesse en azote).

Il est également possible d'ajouter de la terre dans le compost ; elle peut avoir une triple action : chimique, elle capte des éléments solubles ; biologique, elle «ensemence» le mélange ; physique, elle limite la «montée en température».

Il faut faire une place à part aux préparations biodynamiques ; à base de plantes médicinales ayant elles-mêmes subies une fermentation préalable, elles sont inoculées dans le tas en très petite quantité. Leur action est de l'ordre de la résonance homéopathique.

Les modalités pratiques de la réussite du compostage

L'expérience montre que le compostage d'un fumier de bovin à plus de 6 kg de paille par bête et par jour (C/N voisin de 30) donne une bonne structure au tas et permet un compostage facile à conduire. En effet, les besoins nutritionnels des micro-organismes sont plus importants en carbone qu'en azote. Ce tas ne «fait pas de jus» s'il est protégé des excès de précipitations et il y a peu de pertes azotées par voie gazeuse.

Pour résumer, contrôler le compostage sous-entend :

- au départ :
- choisir des matières premières adaptées aux objectifs recherchés,
- donner au tas la structure nécessaire (air, forme, dimensions),
- apporter la quantité d'eau nécessaire (50 à 70%),
- protéger le tas contre les excès du climat («manteau» de paille contre les excès de froid, de vent ou de soleil et/ou bâche microperforée ou tissée contre les précipitations trop importantes) ;
- ensuite, observer l'évolution des indicateurs suivants : température, couleur, odeur, consistance, structure...

Selon le cas et si besoin, il est possible d'intervenir :

- par arrosage et/ou retournement, si la température s'avère excessive ou si un dessèchement est observé ;

- en pratiquant un ou plusieurs retournements, si l'aération est rendue nécessaire par excès d'eau, tassement, perte ou absence de structure, qu'on peut déduire de l'observation ou de la présence de mauvaises odeurs. D'autre part, le retournement a pour objectif d'homogénéiser le tas, et donc le processus de fermentation. Ainsi, les parties (figure 4) qui n'ont pas «chauffé» à la première montée en température, le font à la deuxième. Enfin, les

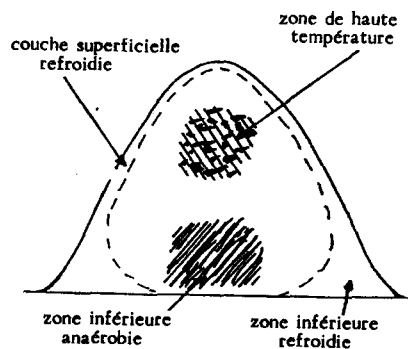


FIGURE 4 : Hétérogénéité d'un tas de compost (d'après MUSTIN, 1987).

FIGURE 4 : Heterogeneity of a compost heap (after MUSTIN, 1987).

retournements peuvent être pratiqués simplement pour accélérer le compostage. Ils doivent avoir lieu au moment où la courbe de température commence à s'infléchir (figure 2), c'est-à-dire en moyenne une semaine après la mise en andain.

Comment évaluer le degré de maturité du compost et sa qualité ?

Quand un compost est-il bon à utiliser ? Quelles tests de terrain utiliser pour déterminer le stade de maturité d'un compost ? Il y a deux, voire trois approches possibles :

– **Le test par bandelettes** : au fur et à mesure de l'évolution de la fermentation dans le processus de compostage, le rapport azote ammoniacal sur azote nitrique diminue, devant aller jusqu'à s'annuler puisqu'un compost mûr ne contient plus d'azote ammoniacal. On peut donc pratiquer des tests nitrate ou ammoniac avec des bandelettes (en vente dans tous les laboratoires ; tableau 1). Néanmoins, il convient d'être prudent. Ces tests peuvent être trompeurs : les indications sont grossières et quelquefois peu reproductibles.

– Une autre approche consiste à mesurer une valeur «comportementale» du compost par un **test de germination**, par exemple avec du cresson. Relativement sensible à la qualité du substrat, le cresson germe assez vite. Certains utilisent l'orge,

* Test nitrate :

Faire un extrait de compost dans l'eau (1 volume de compost pour 1 volume d'eau) et tremper une bandelette dans le surageant ou la partie très mouillée. Lire au bout de trente secondes au moins, en comparant la couleur obtenue avec la gamme. Un compost mûr est assez riche en nitrate (indice 250 à 500 de la bandelette).

* Test ammoniac :

Faire un extrait à l'eau comme précédemment. Ajouter 10 gouttes de nitrate de soude et agiter. Filtrer et appuyer une bandelette contre le filtre. Lire le résultat au bout de 30 secondes en comparant avec l'échelle de couleur. Un compost mûr ne contient pas d'ammoniac.

* Test du cresson :

Sur un volume fixe de compost humidifié par un volume fixe d'eau, semer une quantité fixe de graines de cresson : 0,1 g pour 1 dm². La germination doit s'effectuer de manière régulière en 3 ou 4 jours, à température régulière (environ 20°C). Observer régulièrement l'évolution. Après 10 jours, le cresson doit être vert, ses racines blanches, fourmies et non coiffées. Ce test peut être fait avec du jus de compost. La germination sur membrane permet une meilleure observation des racines et une évaluation semi-quantitative de la vitesse de croissance. Utilisé en méthode comparative, la différence entre les bons composts et les mauvais est flagrante !

TABLEAU 1 : Principaux tests utilisés pour évaluer la qualité d'un compost (d'après HERODY, 1992).

TABLE 1 : *Main tests utilized for the assessment of compost quality (after HERODY, 1992).*

mais elle est beaucoup moins sensible (forte tolérance au sodium par exemple) et ne mettra les problèmes en évidence qu'à partir de plusieurs semaines. D'autres utilisent le haricot mais l'apparition des feuilles vraies demande plus de temps. Le maïs est utilisé pour tester les boues d'épuration.

– Pratiquer les tests ci-dessus ne dispense pas d'**ouvrir les yeux, les narines, et de se salir les mains** ! Tout le monde connaît l'odeur de l'ammoniac : si le compost «sent», ce n'est pas la peine de sortir des bandelettes ! Si l'odeur de l'humus forestier habite votre compost, c'est qu'il est mûr. Les yeux et les mains doivent compléter et confirmer les informations fournies par l'odorat. Un compost qui ne sent pas bon ne peut pas être agréable au toucher et à la vue ; il sera «visqueux», de couleur irrégulière, non homogène, d'aspect froid (même s'il est à 40°C ou plus)... Inversement, -et même en l'absence d'odeur- une couleur régulière comprise entre un brun roux et un brun noir (qui dépend assez directement des matériaux de départ), une granulométrie homogène, la présence de vers, colémbolles, insectes, acariens et myriapodes détritivores constituent pour un compost des indicateurs de maturité qu'il est utile d'observer.

Les atouts du compostage

La gestion des matières organiques par cette voie offre plusieurs avantages :

– Le compostage permet de **contrôler les pertes en éléments fertilisants**. Les pertes en azote gazeux, notamment lors de la constitution du tas, restent inévitables mais elles sont bien moindres que celles qui se font lors d'un épandage de fumier frais. Les pertes par lessivage sont faibles pour l'azote et peuvent être importantes pour la potasse en cas de fortes précipitations ; elles peuvent être évitées en protégeant le tas.

– Le compostage assure une **désodorisation des effluents d'élevage**. En effet, les micro-organismes recyclent l'azote ammoniacal responsable des odeurs indésirables par métabolisation en azote organique (corps microbiens). C'est le cas pour les fumiers compostés en tas, les lisiers compostés par voie liquide (brassage doux et microbullage) comme pour toute matière organique subissant une fermentation aérobie.

– La **destruction des germes pathogènes et des graines d'adventices** est assurée par la combinaison de la montée en température et de facteurs biochimiques de la fermentation. A noter que si le tas n'est pas brassé en cours de compostage par un

nouveau passage à l'épandeur ou par un retourneur d'andain, la destruction n'est garantie qu'au coeur du tas.

– **Les quantités de matières organiques compostées à stocker et à épandre sont moindres** ; la diminution de masse est de 30 à 60% en moins de trois mois. La digestion de la paille et des matériaux ligno-cellulosiques par les micro-organismes et la méso-faune provoque une perte de matière (dégagement de CO₂), une perte d'eau (dégagement de vapeur d'eau) et une perte de structure, donc une diminution de masse et de volume avec homogénéisation de la matière.

– Le compostage permet **une délocalisation des épandages dans le temps et dans l'espace**, c'est-à-dire une meilleure adéquation du calendrier d'épandage à celui des végétaux et de leurs besoins, et aux contraintes pédoclimatiques. En effet, la date d'épandage ne dépend plus d'impératifs du type «vider la stabulation libre», mais peut être choisie par l'agriculteur en prenant en compte des critères plus agronomiques.

– Enfin, contrairement aux fumiers et lisiers, le compost épandu sur prairies **ne risque pas de nuire à l'appétence de l'herbe** puisqu'il n'est plus porteur d'odeurs indésirables. Il ne risque pas non plus de se retrouver dans les foins s'il est épandu avec du matériel adapté et à des doses ne dépassant pas les 10 ou 15 tonnes par hectare (ce qui correspond à 30 ou 40 tonnes de fumier), car il est homogène et d'une granulométrie beaucoup plus fine.

Peu de contraintes

Le travail supplémentaire demandé par la mise en andain et son retournement est compensé par les gains de temps d'épandage (il y a finalement beaucoup moins de matière à épandre). En revanche, assurer **le retournement et l'épandage du compost demande du matériel adapté**, encore aujourd'hui peu répandu sur le marché français. De plus, la protection des andains (couverture paillée, bâche spéciale...) pose des problèmes pour les gros chantiers (plus de 500 t/an). La mécanisation de cette tâche est possible : cette alternative est sans nul doute plus performante que de récupérer et gérer les «jus» sur des aires de compostage bétonnées !

Enfin, comme pour les fermentations alimentaires, un bon résultat, c'est-à-dire **l'obtention d'un produit de qualité, demande une surveillance régulière et un savoir-faire** qui s'acquiert autant par la pratique que par la formation.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,
«Valorisation des engrais de ferme par les prairies»,
les 29 et 30 mars 1994.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- HERODY Y. (1992) : *Guide des engrais organiques*, BRDA.
- PFIRTER, HIRSCHLEYDT, OH, KOGTMANN (1982) : *Le compostage*, Ed. Migro.
- KRAFFT VON HEYNITZ : *Le compost au jardin*, Terre Vivante.
- LE HOUEROU B. (1993) : *Le compostage des fumiers de bovins, une des pratiques pour protéger l'eau*, INRA-SAD Mirecourt.
- GODDEN B. (1986) : *Etude du processus de compostage de fumier bovin*, Université Libre de Bruxelles.
- DRIEUX T. (1993) : *Le compostage à la ferme : approche technique et économique*, ENSA de Rennes.
- MUSTIN M. (1987) : *Le compost*, Ed. François Dubusc.
- MASSENOT D. (1993) : *Méthodologie du compostage*, document AFIP.
(1992) : *La vie du tas de compost*, Mouvement de culture bio-dynamique.
(1992) : *Sur les chemins de Composterre*, Ecole d'Agrobiologie de Beaujeu.

RÉSUMÉ

Le compostage est un processus de fermentation aérobie et contrôlée qui permet de modifier les effluents d'élevage. La nature des composants (organiques et/ou animaux, rapport C/N, teneur en eau, structure...) intervient sur l'évolution de ce processus naturel qu'il convient de surveiller et au cours duquel il est parfois nécessaire d'intervenir, par exemple en retournant le tas pour l'aérer et l'homogénéiser, ou en l'humidifiant, afin d'obtenir un compost homogène et bien transformé. Le compost présente de nombreux atouts : il limite les pertes en éléments fertilisants, assure une désodorisation des effluents et ne dégrade pas l'appétence de l'herbe, détruit germes pathogènes et graines d'adventices, réduit parfois d'un tiers le volume à épandre, donne de la souplesse pour l'épandage.

SUMMARY

Composting : principles and practical procedures

Composting is an aerobic and controlled fermentation process by which effluents from live-stock housings can be modified. The nature of the components (organic and/or animal, C/N ratio, water content, structure...) influences the evolution of this natural process ; it is necessary to keep an eye on it, and sometimes to carry out some operations such as turning the heap over (to aerate it and homogenize it) and humidifying, so as to obtain a homogeneous and well-transformed compost. Compost has many advantages : the nutrient losses are limited, the effluents are deodorized, the palatability of herbage is not affected, pathogenic germs and weed seeds are destroyed, the volume to spread is sometimes reduced by as much as a third, spreading is more flexible.