

Les bases du compostage



Un guide pratique pour la gestion des processus de compostage

Dr. Jacques G. Fuchs, FiBL

Janvier 2025

Inhalt

1.	Introduction : les voies de traitement des restes organiques	3
1.1	Compostage traditionnel	3
1.2	Lombricompostage	6
1.3	Fermentation anaérobie (méthanisation)	8
1.4	Pyrolyse (production de biochar (charbon végétal))	9
1.5	Combustion (production d'énergie thermique)	10
2.	Biologie du compostage	11
2.1	Comment fonctionne le compostage ?	12
2.2	Comment évoluent les paramètres du compostage ?	13
3.	Gestion pratique du processus de compostage	16
3.1	Concept de collecte des intrants du compostage	16
3.2	Mise en place d'un tas de compost	23
3.3	Contrôle du processus de compostage proprement dit	26
3.4	Conditionnement des produits	30
4.	Assurance de la qualité des produits	35
4.1	Prélèvement d'un échantillon représentatif de compost	35
4.2	Analyses légales requises	35
4.3	Interprétation des données agronomiques	36
4.4	Interprétation des données pour la protection de l'environnement	37
4.5	Paramètres supplémentaires de qualité des produits	38
5.	Le lombricompostage	45
5.1	Systèmes de lombricompostage	45
5.2	Comment fonctionne le lombricompostage	45
5.3	Conditions requises pour le lombricompostage	46
5.4	Installation d'un système de lombricompostage	47
5.5	Gestion du lombricompostage	47
5.6	Caractéristiques du lombricompost	49
5.7	Thé à base de lombricompost	50
6.	Planification et réalisation d'une compostière	50
6.1	Planification d'une compostière	50
7.	Expérimentation dans le domaine du compostage	58
7.1	Essais d'optimisation des processus de compostage	58
7.2	Méthodologie pour la réalisation d'essais de compostage	60
7.3	Essais d'optimisation de l'utilisation du compost produit	62

8.	Utilisation du compost	66
8.1	Définir les besoins en fonction des objectifs	66
8.2	Évaluer la qualité du compost	67
8.3	Évaluation de l'équilibre de la fertilisation	67
8.4	Utilisation pratique des composts sur le terrain	68
9.	Conclusions	69

1. Introduction : les voies de traitement des restes organiques

Les cinq principales voies de valorisation des déchets organiques sont le compostage traditionnel, le lombricompostage, la fermentation anaérobie (méthanisation), la pyrolyse (production de charbon végétal) et la combustion (utilisation énergétique de la biomasse).

Bien qu'ils soient parfois en concurrence, ils doivent être considérés comme complémentaires, chacun étant plus ou moins adapté aux situations rencontrées. De même, les produits qui en découlent ont des caractéristiques différentes et se complètent dans les effets qu'ils sont censés produire.

1.1 Compostage traditionnel

Selon l'Agence européenne pour l'environnement, le compostage est "la décomposition biologique contrôlée de matières organiques en présence d'air pour former une matière semblable à de l'humus". Les méthodes contrôlées de compostage comprennent le mélange et l'aération mécaniques, la ventilation des matériaux en les faisant tomber à travers une série verticale de chambres aérées, ou le placement du compost en tas à l'air libre et avec mélanges ou retournements périodique.

Il est essentiel de bien choisir le mélange de départ pour obtenir un bon processus. Un rapport C/N compris entre 30 et 40 est optimal. Le matériau doit être suffisamment structuré pour permettre une bonne circulation de l'air et éviter les zones anaérobies. Le mélange de départ et sa structure doivent être adaptés au système de compostage choisi.

Le compostage peut être réalisé à petite échelle (comme le compostage individuel) ou à l'échelle industrielle. L'infrastructure nécessaire peut être très rudimentaire (par exemple, quelques planches et une fourche) ou très sophistiquée et pratiquement automatique. Dans tous les cas, une bonne gestion du processus est essentielle pour obtenir des produits (composts) de haute qualité et irréprochables en termes de sécurité hygiénique.

La grande majorité de l'azote contenu dans le compost est sous forme organique et n'est que marginalement disponible pour les plantes à court terme. En revanche, le compost, surtout lorsqu'il est mûr, a un bon effet à moyen et à long terme sur la structure du sol, sur sa capacité de rétention d'eau, et le protège contre l'érosion.

Les différents types de compostage traditionnel sont les suivants :

Compostage domestique

- Besoins faibles en infrastructures et en investissements
- Quantité relativement importante de travail manuel par quantité de compost produite
- Adapté aux petites quantités de résidus organiques à traiter (jusqu'à 10-20 m³/an)



Compostage en bords de champs

- Méthode adaptée aux agriculteurs disposant d'une quantité de matières premières pas trop importante (jusqu'à 500-1'000 tonnes par an).
- Cette méthode permet de traiter à la fois du fumier solide et des déchets verts.
- Pas de séparation claire entre l'environnement (le sol) et le compost, il est ainsi difficile de s'assurer que le compost est exempt de mauvaises herbes.
- Coûts d'investissement relativement faibles, mais intensité de main-d'œuvre importante.



Petits andains (jusqu'à 2 m de haut, 3-4 m de large)

- Méthode appropriée pour traiter du fumier solide et/ ou des déchets verts jusqu'à 5 000-6 000 tonnes par an.
- Séparation claire entre l'environnement et le compost.
- Chaque tas peut être géré individuellement (mélange de départ, degré de maturation), de sorte qu'il est possible de produire des composts différents pour des applications différentes.
- Coûts d'investissement moyens. Relativement gourmands en main-d'œuvre.
- Nécessite une surface relativement importante.



Grands andains (jusqu'à 3,5 m de haut, largeur non limitée)

- Méthode appropriée pour traiter de grandes quantités de fumier solide et/ou de déchets verts. Une quantité suffisante de matières à structure grossière est nécessaire pour assurer une bonne circulation de l'air dans le tas.
- Peut être mis en œuvre avec une aération forcée.
- Séparation claire entre l'environnement et le compost.
- Pas de séparation nette entre les différents lots de compost.
- Coûts d'investissement relativement élevés, mais besoins en main-d'œuvre plus faibles par rapport aux andains plus petits.



Petits andains sous le toit (jusqu'à 2 m de haut, 3-4 m de large)

- Méthode adaptée au traitement de 5 à 6 000 tonnes (ou plus) de fumier solide et/ou de déchets verts par an.
- Séparation claire entre l'environnement et le compost.
- Séparation claire entre les différents lots de compost.
- Travaux également possibles pendant la saison des pluies ou de neiges.
- Coûts d'investissement relativement élevés



Compostage en halle (environ 3,5 m de haut, 20 m de large)

- Méthode appropriée pour traiter de grandes quantités de fumier solide et/ou de déchets verts.
- Avec aération forcée
- Possibilité de brassage mécanique des andains
- Séparation claire entre l'environnement et le compost.
- Pas de séparation nette entre les différents lots de compost.
- Coûts d'investissement élevés.



Compostage en tunnels (environ 2,5 m de haut, 5 m de large)

- Méthode appropriée pour traiter de grandes quantités de fumier solide et/ou de déchets verts.
- Le retournement du compost est réglé automatiquement.
- Peut être mis en œuvre avec une aération forcée.
- Séparation claire entre l'environnement et le compost.
- Séparation claire entre les différents lots de compost.
- La fréquence de retournement d'un lot de compost est fixe (définie par le système)
- Coûts d'investissement élevés. Faible intensité de main-d'œuvre.



Compostage en boxis (environ 3,5 m de haut, 6 m de large, 20 m de long)

- Méthode appropriée pour traiter de grandes quantités de fumier solide et de déchets verts.
- Le retournement du compost, l'aération forcée et l'humidification de la matière se font pratiquement automatiquement.
- Séparation claire entre l'environnement et le compost.
- Séparation claire entre les lots de compost.
- Au début du processus, la répartition des matières dans la boîte doit être homogène, faute de quoi l'évolution du processus de compostage dans un box variera fortement d'une partie à l'autre du box.
- Coûts d'investissement élevés. Faible intensité de main-d'œuvre. Demande restreinte en place par rapport à la quantité traitée.



Il convient de souligner que tous ces systèmes peuvent produire du bon compost, mais aussi du compost de mauvaise qualité ! La gestion des processus est essentielle à l'assurance de la qualité.

1.2 Lombricompostage

Le lombricompostage est une technique de compostage qui utilise des vers pour transformer les déchets organiques en un humus riche en nutriments appelé lombricompost. Cette technique est bien adaptée au traitement de divers fumiers (fumier de cheval, de bétail et de lapin), de déchets de légumes et de fruits (déchets de cuisine), de tontes de gazon, ainsi que de déchets agricoles pré-compostés.

Avec cette technique, les résidus organiques ne montent pas en température, de sorte que l'hygiénisation naturelle de la matière ne peut être garantie comme dans le compostage traditionnel. Il est donc important de choisir des intrants qui ne posent pas de problèmes du point de vue des mauvaises herbes et des agents pathogènes. En cas de doute, une courte phase de compostage traditionnel, avec montée en température, peut être réalisée pour s'assurer de la destruction des mauvaises herbes et des pathogènes avant de les introduire dans le système de lombricompostage.

Le lombricompost est plus riche en éléments fertilisants (tels que N, P et K) que le compost traditionnel. Cela est dû en partie à l'utilisation d'intrants peu structurés et plus riches en éléments fertilisants, et en partie de très faibles pertes d'ammoniac qui se produisent pendant la phase de chauffage du compost traditionnel.

Les jus qui peuvent s'écouler du lombricompostage au cours du processus sont également riches en éléments fertilisants et, dilués, peuvent également être utilisés comme engrais liquide.

Lombricompostage domestique

- Système simple pour de petites quantités de résidus organiques.
- Le fond des bacs est perforé. Lorsque le bac supérieur est rempli de déchets organiques, le lombricompost contenu dans le bac inférieur est mûr. Il peut être vidé et le bac supérieur retourné pour nourrir les nouveaux résidus organiques. Les vers passent automatiquement du compost mûr à la matière fraîche.
- Peut être réalisé à l'aide de boîtes en bois ou d'autres matériaux.



Lombricompostage en tranchées

- Relativement intensive en main-d'œuvre
- Maintient l'humidité dans le matériau
- Ne permet pas la collecte des jus (lessivage)
- Ne pas couvrir avec des feuilles de plastique (pour permettre l'échange d'air)



Lombricompostage en couches

- Rentable, mais à forte intensité de main-d'œuvre
- Veillez à ne pas assécher la matière (arrosage).
- Ne permet pas la collecte des jus (lessivage)
- Un toit est recommandé pour protéger le système des intempéries (pluie) et du soleil.



Lombricompostage en lits

- Une infrastructure avantageuse
- Pour des quantités relativement modérées de résidus organiques à traiter
- Collecte facile des jus



Le lombricompostage en boîtes

- Relativement intensive en main-d'œuvre
- Maintient bien l'humidité dans le matériau
- Un toit est recommandé pour protéger le système des intempéries (pluie) et du soleil.
- Des ouvertures doivent être laissées au bas des murs pour permettre l'aération de la matière.
- Un système de récupération des jus (lixiviation) peut être installé



Système de lombricompostage semi-automatique

- Relativement coûteux, mais avantageux en termes de main-d'œuvre
- Permet de traiter de grandes quantités de résidus organiques



1.3 Fermentation anaérobie (méthanisation)

Lors de la digestion anaérobie, les résidus organiques sont traités en l'absence d'oxygène (conditions anaérobies). Il en résulte la production de méthane, un gaz qui peut être utilisé comme source d'énergie, et de digestats liquides ou solides (c'est-à-dire les produits issus de la séparation liquide/solide des digestats : un digestat est solide si sa teneur en matière sèche est supérieure à 20 %, et liquide si elle est inférieure). Fondamentalement, la digestion anaérobie est principalement un processus de dégradation de la fraction la plus labile des déchets organiques ; la lignine (le bois) ne peut pas être décomposée en anaérobiose.

Le digestat est un engrais organique contenant de grandes quantités d'éléments nutritifs rapidement disponibles pour les plantes, en particulier de l'azote. Cependant, comme sa matière organique n'est pas encore stabilisée et qu'elle contient normalement peu de lignine, son effet sur la structure du sol à moyen et long terme est modéré.

Les procédés de digestion anaérobie les plus couramment utilisés fonctionnent à des températures mésophiles (30-40 °C) ou thermophiles (50-60 °C). Le processus de digestion anaérobie n'est pas exogène, et doit donc être chauffée à la température souhaitée.

La digestion anaérobie fait intervenir quatre processus microbiens : l'hydrolyse, la fermentation, l'acétogénèse et la méthanogénèse. Différentes communautés microbiennes sont responsables de ces processus et il est important que les populations soient équilibrées à chaque niveau trophique.

Le processus de digestion anaérobie nécessite beaucoup plus de technologie que le compostage. Il nécessite ainsi un investissement beaucoup plus important que le compostage et est plus sensible à divers problèmes techniques et autres dysfonctionnements.

Co-digestion anaérobie

- Traitement du fumier/lisier avec d'autres déchets organiques
- Système liquide (5-10% de matière sèche)
- Généralement mésophile (40-44°C)
- Processus biologique relativement stable
- Durée du processus relativement élevée (2 à 4 mois)



Fermentation anaérobie en boîtes

- Système de traitement par lots (vidange et remplissage hebdomadaires d'une boîte)
- Système de digestion anaérobie par lots secs
- Généralement mésophile
- Processus biologique relativement stable
- Durée du processus requise moyenne (4-6 semaines)



Fermentation anaérobie industrielle

- Digestion anaérobie sèche continue
- Thermophile, temps de rétention d'environ 2 semaines
- Permet de traiter de grandes quantités de déchets organiques



1.4 Pyrolyse (production de biochar (charbon végétal))

La matière organique (souvent des copeaux de bois) est pyrolysée en l'absence d'oxygène à des températures supérieures à 550°C. Les produits obtenus sont du charbon végétal et de l'énergie. Il est important de contrôler le processus de production du charbon de bois, sinon il y a un risque de formation importante de polluants organiques (HAP) au cours du processus.

D'un point de vue hygiénique, le biochar est absolument irréprochable, toutes les mauvaises herbes et tous les agents pathogènes ayant été éliminés au cours du processus de pyrolyse.

Le biochar est connu pour améliorer la capacité de rétention d'eau des sols. Il offre également une grande surface d'échange d'ions dans le sol. En raison de sa grande stabilité à la dégradation, le charbon végétal peut fixer à long terme de grandes quantités de carbone dans le sol.

Toutefois, comme le biochar contient peu d'éléments fertilisants disponibles pour les plantes, il doit être activé avant utilisation (c'est-à-dire chargé en éléments fertilisants), faute de quoi il peut, il peut conduire à l'immobilisation des éléments fertilisants (dont l'azote) dans le sol. Il peut être activé, par exemple, en l'ajoutant aux restes organiques lors du compostage ou de la méthanisation.

Système de production artisanale de biochar

- Système de traitement par lots
- Très peu d'investissement nécessaire
- Possibilités limitées de contrôle des processus
- Avec des intrants définis et appropriés (par exemple les coques de noix de coco), permet de produire des quantités modestes de charbon végétal de qualité acceptable.
- Coûts d'investissement moyens



Système de pyrolyse Kon-Tiki

- Système de traitement par lots
- Fonctionnement relativement simple, adapté aux agriculteurs
- Permet la production de grandes quantités de charbon de bois au niveau de l'exploitation agricole
- Coûts d'investissement relativement faibles



Four à pyrolyse semi-industriel

- Système de traitement par lots
- Processus bien contrôlé pour la production de charbon de bois de qualité constante
- Coûts d'investissement moyens



Four à pyrolyse industrielle

- Système de production en continu
- Le processus doit être bien contrôlé pour produire du charbon de bois de qualité
- Coûts d'investissement élevés



1.5 Combustion (production d'énergie thermique)

La matière organique peut également être utilisée pour produire de l'énergie sous forme de chaleur par combustion. Toutefois, dans l'intérêt de l'environnement dans son ensemble, les matériaux utilisés à cette fin doivent être soigneusement sélectionnés. Les matériaux ligneux sont particulièrement adaptés. Les matériaux riches en azote (fumier, déchets végétaux

séchés, etc.) sont inappropriés. En effet, lors du séchage ou de la combustion, l'azote qu'ils contiennent - un engrais essentiel - est en grande partie perdu.

Pour garantir des cendres de bonne qualité, il est important de contrôler la combustion des matériaux. Dans le cas contraire, des polluants organiques (par exemple des HAP) peuvent être produits et se retrouver dans les cendres.

Les cendres issues de la combustion ne contiennent plus guère d'azote, mais des quantités importantes de phosphore et surtout de potassium. Leurs valeurs fertilisantes dépendent toutefois des intrants utilisés. Tant qu'elles ne contiennent pas de polluants organiques, les cendres peuvent être utilisées comme engrais (si la législation du pays le permet). Une façon de faciliter leur utilisation est de les ajouter aux résidus organiques au début du processus de compostage.

En ce qui concerne la fertilité du sol, il convient de souligner que les cendres ont peu d'effets positifs, si ce n'est de fournir des éléments fertilisants tels que la potasse et le phosphore. Les cendres sont microbiologiquement mortes et n'influencent pas la vie biologique du sol. D'autre part, les cendres sont des produits minéraux; toute la matière organique a été minéralisée par la combustion. Par conséquent, les cendres n'améliorent pas le taux d'humus du sol ni ses aspects physiques (structure, rétention d'eau, porosité, etc.). D'un point de vue agronomique, elles sont donc nettement moins intéressantes que le compost, le digestat ou le biochar.

2. Biologie du compostage

Le compostage est un processus biologique impliquant des milliers de micro-organismes. Ce processus est relativement complexe et le rôle du maître-composteur est de créer et de contrôler les conditions nécessaires pour que les micro-organismes puissent effectuer leur travail de manière optimale. Cela implique de contrôler les processus, de reconnaître rapidement les problèmes potentiels et de prendre à temps les mesures qui s'imposent.

Composter, c'est remettre consciemment des restes organiques dans le cycle naturel des matières de la nature. Le compostage est un processus mené par l'homme qui implique des processus de conversion interdépendants de substances organiques sous l'influence de la faune et de la flore du sol. Il s'agit d'une manière judicieuse de recycler les déchets organiques qui s'accumulent et de ne pas les retirer du cycle en les brûlant. L'objectif principal du compostage est de créer rapidement de l'humus biologiquement actif et de revitaliser ainsi les sols cultivés. Le compostage aboutit à un produit de valeur : le compost.

Le compost est le produit solide, émiétté, brunâtre à brun foncé d'une dégradation aérobie de déchets biogènes ou de matières organiques. Un grand nombre de micro-organismes travaillent sous l'influence constante de l'air (oxygène) et d'une humidité suffisante dans le mélange de matériaux. Il y a non seulement dégradation, mais aussi formation de nouveaux composés. Le compost est vivant. Le compost doit être traité comme un organisme vivant. Cela signifie que nous devons en prendre soin. Un compost sain peut apporter de nombreux avantages au sol et aux plantes, mais un compost malsain peut présenter des inconvénients pour la croissance des plantes.

Pour gérer les processus de compostage et produire des composts de qualité, il est essentiel de connaître et de comprendre la base biologique du processus.

2.1 Comment fonctionne le compostage ?

Au cours du processus de compostage, les résidus organiques/biologiques sont décomposés et transformés par de nombreux microbes (bactéries, protozoaires, actinomycètes, champignons) et petits animaux (principalement des insectes, des acariens et des vers à compost) ayant un accès constant à l'air (oxygène) et à une humidité suffisante dans la matière. Ce sont ces organismes utiles qui font le travail. Notre seule responsabilité est donc de créer les conditions idéales pour qu'ils puissent faire leur travail de manière optimale.



Micro-organismes du compostage. De g. à dr., : bactéries, champignons, actinomycètes.

Le compostage peut être divisé en deux phases : la phase de dégradation (avec développement de la chaleur) et la phase de maturation (avec élaboration d'humus stable).

- La phase de dégradation avec développement de la chaleur est très importante pour la destruction des pathogènes et des graines de mauvaises herbes dans le compost. C'est pourquoi il est important de retourner le compost au moins trois fois pendant cette période, afin que chaque partie du compost soit sous l'influence de cette chaleur. Pendant la phase de dégradation, ce sont surtout les bactéries qui sont actives. Elles se nourrissent de matières organiques relativement faciles à digérer. Les bactéries ne sont toutefois pas en mesure de décomposer la lignine (bois).
- Pendant la phase de maturation, la matière ligneuse se décompose et l'humus stable se forme. C'est également au cours de cette phase que se produit la nitrification. Pendant la phase de maturation, ce sont les champignons et les actinomycètes qui font le plus gros du travail. Alors que les champignons peuvent dégrader le bois, les actinomycètes sont responsables de la dégradation de substances difficiles telles que la chitine (par exemple les cheveux).

Pour que le processus de compostage ait lieu, deux éléments sont essentiels :

- le carbone (source d'énergie)
- l'azote (base pour la formation des protéines)

Si le rapport entre le carbone et l'azote disponibles (rapport C:N) est trop élevé (trop de carbone), les micro-organismes n'ont pas assez d'azote pour développer leurs populations, et la dégradation de la matière organique ne peut se faire efficacement. Si le rapport C:N est trop faible (trop d'azote), l'azote disponible ne peut pas être utilisé et est perdu sous forme d'émissions gazeuses ; dans ce cas, il y a aussi souvent des émissions d'odeurs indésirables. Les matériaux ligneux ont un rapport C:N élevé, tandis que les matériaux pauvres en structure (feuilles de salade, tontes de gazon, etc.) ont un rapport C:N faible.

Le rapport C/N au début de la fermentation doit être compris entre 30 et 40.

Rapport C:N de divers résidus organiques

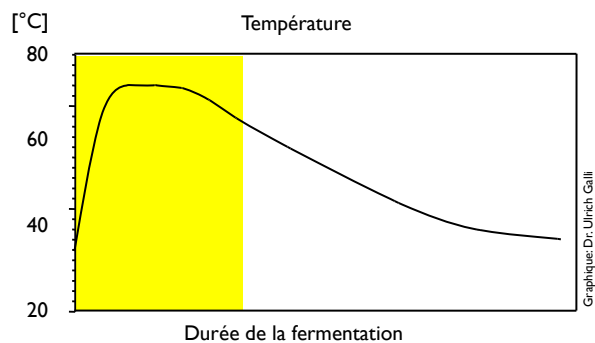
Résidus organiques	Rapport C:N
Urine :	0.8
Plumes :	4 - 5
Fumier de poulet :	8 - 10
L'herbe :	12
Compost mûr :	12 - 15
Jeune compost :	15 - 18
Fumier de vache :	15 - 20
Déchets de cuisine :	23
<u>C:N idéal du mélange de départ :</u>	<u>30 - 40</u>
Feuilles d'arbres :	50
Paille :	50 - 150
Bois (sciure) :	200 - 500

2.2 Comment évoluent les paramètres du compostage ?

Pour garantir la production d'un bon compost, il est important de contrôler l'ensemble du processus, de la collecte des matières vertes au stockage du produit final et à son utilisation. En particulier, il est important de surveiller les paramètres du processus de compostage pour s'assurer qu'il se déroule le mieux possible.

a. Température

En raison de l'activité intense des bactéries, la température au centre du tas de compost augmente rapidement et peut atteindre des valeurs supérieures à 70°C. La température optimale pour une bonne hygiénisation de la matière et une biologie optimale se situe entre 60 et 70°C. Si le mélange de résidus organiques est trop riche en matières facilement dégradables, ou si

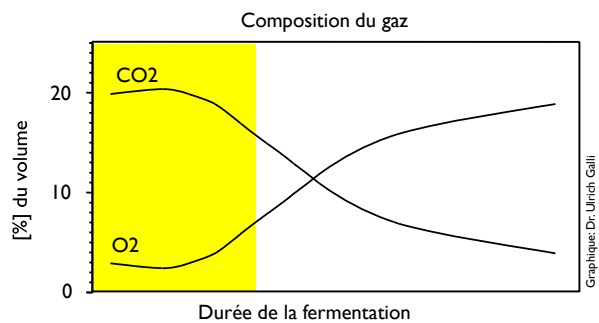


son humidité est trop faible, la température peut monter jusqu'à plus de 80°C. Ceci est préjudiciable à la qualité microbiologique du compost produit, car les micro-organismes bénéfiques à la vie du sol ne peuvent pas survivre à de telles températures. Si le mélange de départ ne contient pas assez d'azote par rapport au carbone, ou si la matière est trop humide pour permettre à l'air de circuler, la température reste inférieure à 50°C et l'hygiénisation naturelle de la matière n'est pas assurée.

b. Composition du gaz dans le tas de compost

La composition du gaz à l'intérieur du tas de compost varie au cours du processus. L'air ambiant contient environ 79 % d'azote et 21 % d'O₂, tandis que la quantité de CO₂ est proche de 0.

En raison de l'activité intense des micro-organismes pendant la phase chaude, la quantité de CO₂ dans le mélange gazeux augmente et la quantité d'O₂ diminue. Tant que l'oxygène est présent dans l'air, la somme du CO₂ et de l'O₂ est d'environ 21 %. Au fur et à mesure que la maturation progresse, l'activité microbiologique diminue, ce qui entraîne une augmentation de l'oxygène et une diminution du CO₂.

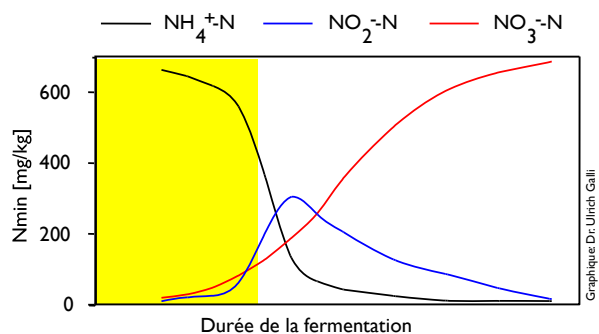


Pour que le processus de compostage soit optimal, la teneur en oxygène dans l'atmosphère du tas de compost doit être d'au moins 4 à 5 %. Il est également important de veiller à la répartition de l'oxygène dans le tas, en s'assurant que chaque morceau de la matière reçoive suffisamment d'oxygène. Il est particulièrement important d'éviter la formation de mottes en retournant efficacement le compost, sinon des conditions anaérobies peuvent être présentes dans ces morceaux. Pour s'assurer que les conditions aérobies sont présentes dans l'ensemble du tas, il est recommandé de mesurer la teneur en méthane (CH₄) dans le tas - cette mesure peut être effectuée à l'aide d'un analyseur de gaz portable. L'absence de CH₄ indique une distribution homogène de l'oxygène dans le tas.

Comme nous l'avons vu plus haut, la demande en oxygène est beaucoup plus importante pendant la phase thermophile du processus de compostage. Il est important de maintenir en permanence un niveau minimal d'oxygène dans le compost pendant cette phase afin de garantir une qualité biologique positive élevée. Cependant, il est également important de maintenir un niveau d'oxygène suffisant pendant la phase de maturation et le stockage du compost, sinon la qualité du compost peut être fortement diminuée.

c. Contenu des formes d'azote minéral dans le compost

L'azote (N) dans les composts est principalement présent sous forme d'azote organique, qui est moins disponible pour les plantes. Cependant, la plus grande partie de l'azote absorbé par les plantes est sous forme d'azote minéral. Trois formes d'azote minéral sont pertinentes dans le compost : l'ammoniac (NH₄-N), le nitrite (NO₂-N) et le nitrate (NO₃-N). La concentration de ces trois formes évolue au cours du processus de compostage.



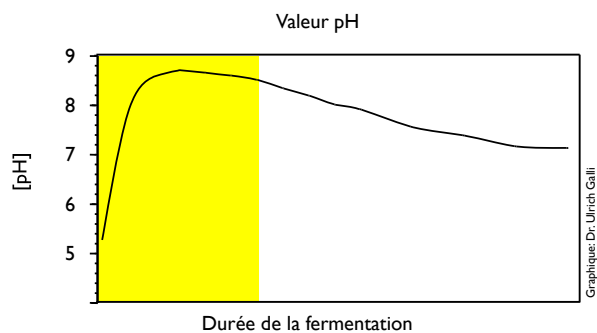
$\text{NH}_4\text{-N}$ est la première forme d'azote minéralisé que l'on trouve dans le compost lorsque la matière organique est décomposée. $\text{NH}_4\text{-N}$ est soluble dans l'eau et lorsque la teneur en eau devient trop faible, le $\text{NH}_4\text{-N}$ est perdu car il se transforme en NH_3 (ammoniac) gazeux.

$\text{NO}_3\text{-N}$. Pendant le processus de maturation, la nitrification se poursuit et le $\text{NH}_4\text{-N}$ est transformé en $\text{NO}_3\text{-N}$. Si un manque d'oxygène survient pendant la phase de maturation ou le stockage, les bactéries peuvent utiliser une molécule d'oxygène du NO_3 et le retransformer en nitrite (NO_2 ; toxique pour les plantes) ou en oxyde nitreux (N_2O ; puissant gaz à effet de serre).

$\text{NO}_2\text{-N}$ est un produit phytotoxique intermédiaire qui apparaît au cours de la nitrification. Il peut également résulter du processus de dénitrification par manque d'oxygène à la fin du processus de maturation ou du stockage du compost.

d. Valeur pH

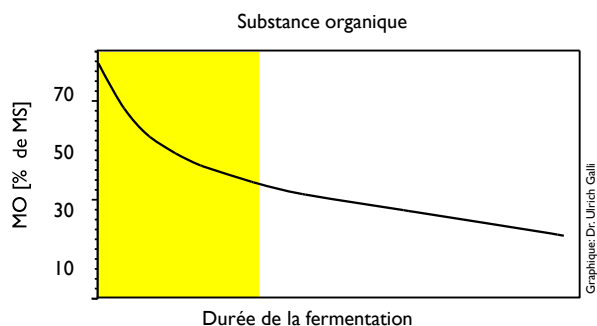
Au cours des premiers jours du processus, le pH de la matière est acide en raison de la formation d'acides organiques. Ensuite, avec la libération d'ammonium dans la matière par suite de la décomposition des protéines, la valeur du pH augmente fortement pour atteindre des valeurs allant jusqu'à 9. Lors de la nitrification, le pH redescend à environ 7,5.



Comme la valeur normale du compost est basique, c'est-à-dire supérieure à 7, et qu'il est bien tamponné, il ne convient pas aux plantes acidophiles.

e. Substance organique

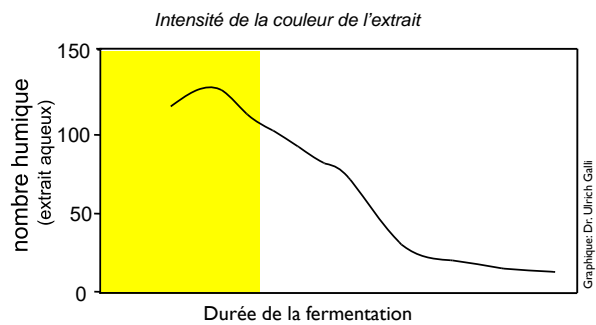
Lors du compostage, la matière organique est minéralisée. La matière organique diminue donc au cours du processus. Cette diminution est la plus forte au début du compostage, pendant la phase de chaleur avec son activité intense, puis se stabilise. La teneur en matière organique se situe entre 70 et 80 % au début du processus, selon les matières traitées.



Le compost mûr a une teneur en matière organique de l'ordre de 30.

f. Couleur de l'extrait de compost

L'intensité de la couleur de l'extrait aqueux de compost est importante pour l'utilisation du compost en tant que composant d'un terreau végétal. Par exemple, si le compost avec un extrait de couleur foncée est utilisé dans un pot de fleurs, il y a un risque de coloration indésirable du mur de la maison ou du sol.



L'extrait aqueux d'un compost jeune riche en lignine est foncé, et sa couleur devient plus claire avec l'augmentation de la maturité. Cela s'explique par le fait que les molécules d'humus présentes dans les composts jeunes sont petites et solubles dans l'eau. Au cours de la maturation, les micro-organismes construisent des molécules d'humus plus complexes qui ne sont plus solubles, ce qui rend l'extrait plus clair. La couleur de l'extrait de compost jeune dépend également de la composition du mélange de départ.

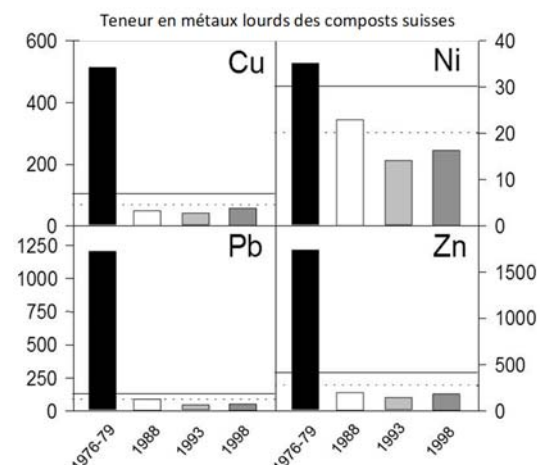
3. Gestion pratique du processus de compostage

La production d'un compost de qualité, qui peut être utilisé en agriculture pour améliorer la fertilité des sols ainsi que la croissance et la santé des plantes, n'est possible qu'avec une gestion optimale du processus. Il faut ici souligner que la gestion du processus de compostage ne se limite pas au tas de compost proprement dit, mais commence déjà avec la qualité des intrants utilisés et en allant jusqu'au concept d'utilisation de compost, en passant par le contrôle du processus de compostage proprement dit et par le stockage et conditionnement des produits en résultant.

3.1 Concept de collecte des intrants du compostage

La qualité des résidus organiques traités est la base pour produire des composts de haute qualité utiles aux sols et aux cultures. Pour garantir la qualité des intrants, il est essentiel de les trier à la source. Ceci non seulement pour éviter les indésirables visibles tels que les plastiques et les morceaux d'aluminium, mais aussi à cause des polluants tels que les métaux lourds.

Jusqu'à la fin des années 70, le traitement mécano-biologique (TMB) était utilisé en Suisse : les déchets municipaux non triés étaient compostés, les substances indésirables étant éliminées autant que possible à la fin du processus. La qualité des composts ainsi produits était très médiocre. Au début des années 80, la législation suisse a interdit ce type de traitement et n'a autorisé que le compostage des déchets organiques triés à la source. En conséquence, la teneur en métaux lourds des composts produits a fortement diminué.



a. Le tri à la source des déchets organiques : la responsabilité de chacun

L'installation de compostage est responsable des déchets organiques qu'elle traite. Toutefois, des résultats optimaux ne peuvent être obtenus qu'en étroite collaboration avec tous les acteurs impliqués dans la production, la collecte et le transport de ces résidus organiques. Le dialogue entre ces partenaires est donc essentiel.

L'étude de la situation spécifique est la première étape de l'élaboration et de la mise en œuvre d'un concept de collecte des déchets organiques. Dans cette évaluation, les aspects socio-économiques sont aussi importants que les aspects techniques.

- Fumier animal, lisier et autres résidus organiques provenant d'exploitations agricoles

Du point de vue des substances indésirables et des polluants organiques, le fumier et les autres résidus organiques des exploitations agricoles sont relativement peu problématiques. Toutefois, selon le concept utilisé pour les soins aux animaux, leurs déjections peuvent être chargées en antibiotiques ou en vermifuges.

L'important, en termes de qualité, est que ces matières soient collectées le plus fraîchement possible, et non pas desséchées ; en effet, en se desséchant, les fumiers perdent une grande partie de leur azote disponible sous forme d'ammoniaque.

- Déchets organiques provenant de l'industrie alimentaire

En général, les déchets organiques de l'industrie alimentaire sont relativement propres, à condition qu'ils soient collectés avant d'être emballés. Toutefois, une étude du processus de production des déchets doit être réalisée pour s'assurer qu'aucune substance problématique (comme certains extractants ou solvants) n'a été utilisée et qu'elle pourrait se retrouver dans le matériel collecté.

Si les restes organiques ont déjà été emballés, la question du déballage doit être résolue, soit mécaniquement, soit manuellement.

Pour les produits mal structurés et peu stables (rapidement décomposables), il est important de les collecter lorsqu'ils sont encore frais et de les traiter rapidement afin d'éviter un pourrissement incontrôlé.

- Déchets des détaillants et des grossistes

Le problème de ces restes organiques est qu'ils sont généralement emballés et conditionnés. Le déballage de ces produits n'est pas facile et nécessite un investissement important en machines et en personnel. En effet, pour produire un compost de qualité, il est essentiel que ces produits soient purs, sans emballage plastique, aluminium ou autre.

- Résidus organiques provenant des municipalités

Les restes organiques des populations représentent une quantité importante de matériaux à recycler. En fait, plus de la moitié des déchets ménagers sont des déchets organiques. Les concepts de collecte de ces résidus sont abordés ci-dessous.

b. Collecte de résidus organiques auprès des municipalités

De nombreuses personnes sont impliquées dans cette collecte : les municipalités elles-mêmes (politiquement responsables de cette collecte), les ménages privés, les entreprises de collecte de déchets, les transporteurs et l'installation de compostage. Les questions socio-économiques sont souvent plus importantes et plus difficiles à résoudre que les questions techniques.

- Informations et éducation pour les ménages

L'information et l'éducation des ménages constituent la base de la collecte séparée des déchets organiques municipaux. Les initiatives de formation/information doivent, bien entendu, être adaptées à la situation locale, au public cible, à son niveau d'éducation, etc. Pour réussir, les campagnes d'information doivent être répétées régulièrement. Voici quelques exemples d'actions possibles :

- Utilisation des bulletins municipaux ou des journaux locaux : De nombreuses municipalités disposent de bulletins d'information sur les activités prévues, les événements organisés, les infrastructures, les règles à respecter, etc. Ces bulletins sont distribués à chaque foyer et constituent un bon moyen de communiquer à la population les concepts de tri des déchets mis en place par la municipalité. Les articles publiés dans les journaux locaux peuvent également toucher un public plus large.
- Des dépliants ont été distribués à tous les ménages :
- Affiches dans les points de collecte des déchets
- Courts métrages sur YouTube ou une plateforme internet similaire
- Embauche de "conseillers en matière de déchets" pour atteindre le public
- Événements avec activités ludiques
- Cours dans les écoles

- Information et formation des entreprises de collecte de déchets et des transporteurs

Des lignes directrices claires doivent être élaborées pour les collecteurs et les transporteurs de déchets organiques. Les mesures décrites dans ces lignes directrices devraient également être incluses dans le cahier des charges lors de la signature de contrats avec ces entreprises. Il est judicieux d'accompagner cette démarche de cours de formation pour les employés de ces entreprises. Les points suivants devraient être définis dans ces lignes directrices :

- Organisation des collectes pour assurer la bonne qualité des restes organiques (fréquence, systèmes de collecte, conteneurs de collecte, etc.)
- Évaluer la qualité des résidus organiques
- Mesures à prendre en cas de résidus organiques de mauvaise qualité ou contaminés par des substances indésirables (par exemple refus de collecte, surfacturation de la collecte, distribution ciblée de fiches d'information, transport des produits contaminés vers un autre site de transformation ou une décharge, etc.)

- Informations et éducation sur les installations de compostage
Élaboration d'un concept de traitement des déchets organiques dans l'installation de compostage. Ce concept peut inclure différents points pour gérer la qualité des intrants :
 - Évaluation des livraisons, en cas de problèmes majeurs refus de leur traitement
 - Déchargement séparé des chargements à risque dont le contenu est indésirable
 - Organisation du tri manuel des résidus organiques afin d'éliminer les indésirables avant le broyage ou le traitement ultérieur de la matière



Systèmes de collecte d'une municipalité pour garantir la qualité des déchets organiques

c. Réception des matériaux et du matériel structurel sur une compostière

La réception des matières premières est le premier point essentiel d'une installation de compostage. Une zone de réception bien organisée est essentielle, car elle détermine le reste du processus de compostage. C'est là que les intrants traités sont apportés, triés, conditionnés et ensuite mélangés afin d'obtenir des mélanges de départ optimaux pour la suite du processus.

Différents éléments font partie de cet espace d'accueil :

- Une balance pour déterminer le poids des matériaux livrés. Ceci est particulièrement important si les matériaux livrés doivent payer une taxe de décharge ou si le composteur doit les acheter. Si aucune balance n'est disponible, il est possible d'évaluer les volumes livrés, puis de transformer cette quantité en tonnes à l'aide de facteurs de transformation dépendant du matériau livré. La balance peut également être utilisée par la suite pour vendre le compost produit.
- Le deuxième élément important d'une zone de réception est l'infrastructure de déchargement, de contrôle et de tri des livraisons. Cet élément varie naturellement en fonction de la provenance des intrants, et notamment de leur qualité. Par exemple, malgré les efforts d'éducation de la population, les collectes municipales sont beaucoup plus contaminées par des matériaux indésirables et nécessitent donc une zone de tri plus importante. L'infrastructure de tri peut être relativement simple lorsqu'elle peut être effectuée manuellement. Lorsque de grandes quantités d'intrants nécessitent un tri intensif, une infrastructure plus importante peut être nécessaire, comme un tamis d'entrée pour éliminer les gros objets indésirables, suivi d'un tapis roulant pour faciliter le tri manuel. Un système d'aimants installé au début du tapis roulant peut également être utilisé pour éliminer les métaux.



Exemples de balances :

*Balance manuelle (en haut à gauche), pèse-essieux portable (en haut à droite),
pèse-essieux (en bas à gauche), pont-bascule (en bas à droite).*



Exemples d'infrastructure pour le tri des balances de livraison.

*Tri manuel au sol (en haut), tamis pour l'élimination des plastiques grossiers (en bas à gauche),
moulin à marteaux (en bas à droite).*

- Le troisième élément important de la zone de réception des déchets organiques est une infrastructure de stockage intermédiaire des intrants jusqu'à leur utilisation. Cette infrastructure doit permettre de stocker les différents intrants séparément, de sorte que les mélanges de départ pour le processus de compostage puissent être produits ultérieurement. Certains intrants, comme les déchets de bois, peuvent être stockés pendant de longues périodes, tandis que d'autres, comme les résidus végétaux pauvres en structure, doivent être traités le plus rapidement possible. En fonction des quantités d'intrants reçues et de l'espace disponible, le stockage peut se faire en tas séparés, ce qui ne nécessite pas d'investissement important. Il peut également se faire dans des boîtes, par exemple.



Exemples de stockage intermédiaire d'intrants : en piles (à g.), en boîtes (à dr.).

d. Réception pratique des intrants

Les intrants doivent être reçus de manière professionnelle. Chaque livraison doit être protocolée, contrôlée et enregistrée. Ceci est particulièrement important lorsque les livraisons font l'objet d'un échange d'argent (taxe de déchargement ou achat).

Les points suivants doivent être consignés dans les protocoles de réception des déchets organiques :

- Date de réception
- Origine (nom du fournisseur)
- Type de matériau
- Quantité de matériel livré
- État du matériel (frais ou pourri, propre ou contenant des matières étrangères, etc.)
- Notez si la livraison nécessite un tri intensif

Une fois le contrôle d'entrée effectué, il faut décider du lieu de déchargement du matériel. En général, entre trois et cinq subdivisions sont définies pour le stockage intermédiaire des intrants :

- Zone de tri pour les matériaux nécessitant un tri intensif
- Zone de stockage des matériaux ligneux à broyer (bois), riches en carbone et adaptés au stockage à long terme
- Zone de stockage pour les matériaux riches en carbone qui ne nécessitent pas de broyage (par exemple les fibres de noix de coco).
- Zone de stockage pour fumier de vache / fumier de poulet
- Zone de stockage pour matières pauvres en structure, riches en azote, à traiter le plus rapidement possible (comme déchets municipaux, déchets marîchers).

En fonction de la situation, le stockage de ces matériaux peut être subdivisé. L'objectif de cette subdivision est de pouvoir créer précisément et simplement le mélange de départ pour le processus de compostage.

e. Préparation des intrants

Une fois les intrants reçus, ils peuvent être conditionnés afin d'être utilisés pour préparer le mélange de départ du processus de compostage. Les deux points principaux sont les suivants :

- Élimination de tous les matériaux indésirables contenus dans les intrants (pierres, plastique, métal, verre, aluminium, etc.). Cette opération doit être effectuée avant toute autre opération, telle que le broyage du matériau. En effet, à chaque opération, les matériaux indésirables tels que les matières plastiques sont réduits en petits morceaux, ce qui rend leur élimination plus difficile et plus longue.
- Broyer les matériaux grossiers. Certains matériaux (branches de bois, coques de noix de coco, etc.) doivent être broyés avant d'être compostés. Comme ces matériaux sont riches en carbone, mais qu'ils peuvent être stockés pendant une période relativement longue, ils peuvent être broyés périodiquement, par exemple toutes les 4 ou 6 semaines. Comme les bons broyeurs sont coûteux et souvent surdimensionnés pour une petite ou moyenne coopérative, on peut faire appel à un broyeur professionnel de temps en temps pour effectuer cette opération. Il est important de noter que les matériaux ligneux doivent être défibrés, et non coupés, au cours de cette opération. C'est pourquoi on utilise généralement un broyeur à marteaux ou en broyeur lent à vis. Si le matériau est coupé, les surfaces relativement lisses obtenues ne permettent pas aux micro-organismes responsables du compostage de les attaquer efficacement.



Préparation du bois pour le processus de compostage.

En haut : bois défibré, adapté au compostage. En bas : bois coupé, ne convenant pas au compostage.

3.2 Mise en place d'un tas de compost

Pour que le processus de compostage soit réussi, il est essentiel d'aménager le tas de compost. Les trois points les plus importants sont les suivants :

- Rapport C/N du mélange de départ
- Structure du mélange de départ
- Teneur en eau

a. Rapport C/N du mélange de départ

Comme décrit dans le chapitre 2.1, un rapport C/N optimal dans le mélange de départ est essentiel pour une bonne activité microbologique sans nuisance. Si le rapport est trop élevé, les micro-organismes n'auront pas assez d'azote pour se développer et le processus de compostage ne démarrera pas. Si le rapport est trop faible, d'une part, l'azote excédentaire se volatilise et est perdu, et d'autre part, des odeurs indésirables et nocives peuvent être observées. Un bon ratio de départ pour le processus de compostage se situe entre 30 et 40.

Pour obtenir un bon rapport C/N, les différents intrants sont mélangés. Les matières pauvres en structure (résidus végétaux, déchets urbains, fumiers pauvres en paille, etc.) sont généralement riches en azote et ont un faible rapport C/N. Les matières ligneuses (bois, fibres de coco, paille, etc.) sont riches en carbone et ont un rapport C/N élevé. Les matières ligneuses (bois, fibres de coco, paille, etc.) sont riches en carbone et ont un rapport C/N élevé.

Voici un exemple de "mélange idéal" :

- 1/3 de bois brut (bois déchiqueté, matières résiduelles tamisées du compost, écorce coupée)
- 1/3 de matériau fibreux moyennement fin (branches déchiquetées, fibres de bois, paille, feuillage, panic raide, roseau, tourbe provenant d'un terreau consommé)
- 1/3 matière, presque sans structure (bouse, herbe, contenu de la panse, fumier de légumes, etc....)

Finalement, une utilisation des additifs est possible :

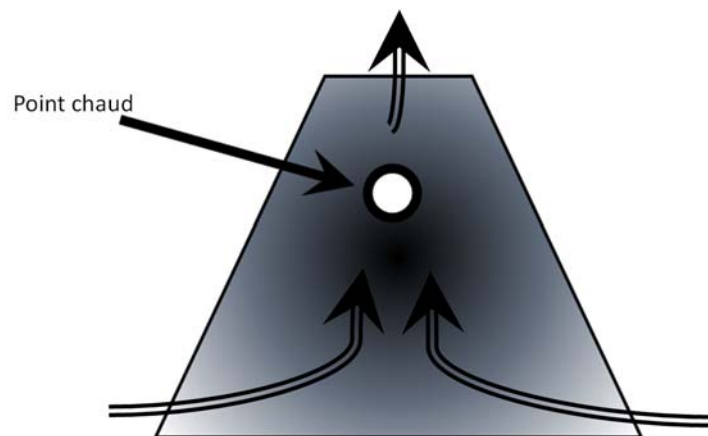
- de l'argile en poudre (3-5 kg/m³), de la terre (50 litres/m³) ou du biochar (50-100 litres/m³). Cela permet de tamponner le système et d'optimiser l'activité des micro-organismes. On observe la formation de complexes argilo-humiques et on obtient une structure de compost particulièrement grumeleuse. On obtient également un effet contre le dégagement d'odeurs indésirables en cas d'excès d'azote.
- les enzymes. Des enzymes sont parfois proposées sur le marché pour réduire les odeurs dans les grandes usines de compostage ou pour accélérer la décomposition de la lignine dans les mélanges riches en bois. Cependant, avec un bon mélange de départ, l'ajout d'enzymes n'est pas nécessaire.
- les micro-organismes. Ici aussi, divers micro-organismes sont disponibles sur le marché, avec la promesse d'accélérer les processus de décomposition. Leur utilité est toutefois discutable, car ils ne sont pas nécessairement adaptés aux restes organiques traités. À cet égard, le plus efficace est d'ajouter au mélange de départ 5 à 10 % de criblures de compost mûr (si le compost est criblé) ou 5 % de compost mûr. De cette manière, il est possible d'inoculer le mélange de départ avec les micro-organismes les mieux adaptés à la matière traitée.

- engrais : Si le mélange de départ est très riche en carbone et que l'on ne dispose pas de matières riches en azote (comme le fumier de poulet), l'ajout de petites quantités d'engrais azoté peut stimuler le processus de compostage. En agriculture biologique, cet azote peut être ajouté sous forme de copeaux de corne ou de farine de plumes (50 à 100 g/m³)
- l'ajout de 5 à 10 % de compost mûr ou de criblures produites sur place est un excellent moyen d'inoculer le matériau au début du processus avec des micro-organismes spécifiquement adaptés aux matériaux traités sur place. Ceci est particulièrement important lors du traitement de matériaux relativement difficiles à dégrader tels que les balles de riz ou les fibres de noix de coco.

b. Structure du mélange de départ

Une structure adéquate du tas de compost est importante pour un processus optimal. Si la structure est trop compacte, l'air ne peut pas circuler, l'effet cheminée (entrée d'air conditionnée par l'augmentation de la température dans le tas de compost) ne peut pas avoir lieu, les conditions dans le tas deviennent anaérobies et la production d'un compost de qualité n'est plus possible. A l'inverse, si la structure est trop lâche, les échanges d'air sont trop importants, le tas est constamment refroidi et les températures nécessaires à l'hygiénisation naturelle de la matière ne peuvent être atteintes.

La structure du tas doit être adaptée à sa taille : plus le tas est grand, plus la structure du mélange de départ doit être grossière. Pour les très grands tas (tels que les andains tabulaires), l'installation d'une aération forcée peut être conseillée.



Point chaud et effet de cheminée dans un andain de compost.

En ce qui concerne la forme de l'andain, la forme triangulaire est la plus avantageuse du point de vue de l'échange de gaz naturel. Cependant, elle nécessite plus d'espace au sol qu'une forme parallélepipedique. Lors de l'utilisation d'une telle forme, il faut veiller à ce que l'air puisse encore circuler de manière régulière. Si le tas est relativement grand, une aération forcée doit être envisagée.

Si, pour des raisons pratiques, le matériel à composter est placé dans des boîtes, il est nécessaire soit de laisser des ouvertures dans les parois des boîtes (surtout à leurs bases), soit d'installer des tuyaux ou des canaux percés ou une ventilation forcée pour permettre à l'air de pénétrer.

c. Teneur en eau

Un bon taux d'humidité dans la matière première du compost est essentiel au bon fonctionnement du processus.

Si la matière est trop sèche, d'une part les micro-organismes ne peuvent pas travailler, et d'autre part l'ammonium présent dans la matière jeune est perdu sous forme d'ammoniaque et le processus de compostage ne peut plus avoir lieu.

Si la matière est trop humide, l'air ne peut plus circuler et le tas devient anaérobie, ce qui entraîne la formation de substances toxiques et le dégagement d'odeurs indésirables et désagréables.

La teneur en eau de la matière en décomposition peut varier considérablement au cours du processus de compostage si elle n'est pas contrôlée. Pendant la phase chaude du processus, les pertes d'eau dues à l'évaporation sont très importantes. Il est donc important d'ajouter régulièrement suffisamment d'humidité au tas pour ne pas bloquer l'activité microbologique et éviter des pertes importantes d'azote sous forme de gaz ammoniacal. Lorsque, avec l'avancée du processus, la température du tas de compost diminue, les besoins en eau diminuent également. Si le compost est trop humide pendant cette phase, il est pratiquement impossible d'y remédier. Il est donc important de protéger le compost d'un excès d'humidité pendant la phase de maturation.

Pour contrôler l'humidité, le test du poing est la méthode la plus appropriée. Pour cela, il est important de prélever du matériel à l'intérieur du tas. Le test se déroule comme suit : prendre une poignée de compost et la serrer aussi fort que possible entre les doigts. Si de l'eau s'écoule, le compost est trop humide. Ouvrir les doigts. Si la boule de compost se désagrège, le compost est trop sec. Si la boule de compost reste compacte, le compost est parfaitement humide. L'état d'humidité doit être consigné dans le journal de contrôle du processus sur l'échelle suivante : -3 (complètement sec), 0 (optimal), +3 (complètement humide). Il est important de vérifier la teneur en eau du matériau avant chaque opération de mélange, afin de déterminer si l'andain doit être arrosé avant ou pendant le mélange. Pour cela, il faut contrôler la matière au centre du tas et pas celle de la surface du tas ; en effet, cette dernière n'est pas représentative. Le cas échéant, la quantité et la source de l'eau fournie doivent être notées dans le protocole.



Test du poing pour déterminer la teneur en eau du compost
A gauche : compost trop humide. Au centre : compost avec un taux d'humidité optimal.
À droite : compost trop sec.

d. Couverture des andains

Pour protéger la matière organique en cours de compostage du dessèchement (en période de sécheresse) ou de l'excès d'eau (en période de pluie), il convient de couvrir les andains. Cependant, il est important de ne pas les couvrir avec des bâches en plastique, mais avec des toiles à compost spéciales qui permettent à l'air de circuler. En effet, si vous recouvrez les andains avec du plastique, l'air convectif créé par l'effet de cheminée ne peut pas s'échapper et la matière en décomposition s'asphyxie. Cela a un impact très négatif sur le processus de compostage biologique et sur la quantité de compost produite.



Couverture des andains de compost

À g. : conversion avec une bâche plastique hermétique : impropre au compostage.

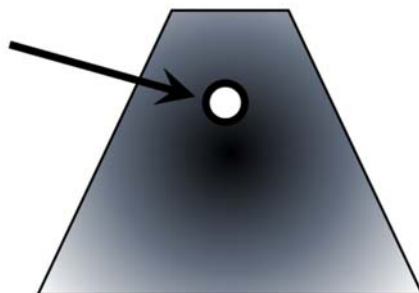
À dr. : couverture avec un voile de compostage perméable à l'air : convient au compostage.

3.3 Contrôle du processus de compostage proprement dit

La gestion du processus de compostage est essentielle pour la production de composts de qualité adaptés aux utilisations souhaitées. Cela commence par la préparation du mélange de départ (chapitre 3.2) et l'installation des tas de compost, et va jusqu'au stockage et au conditionnement du produit (chapitre 3.4).

a. Suivi de l'évolution de la température

Pour suivre l'activité du processus, il est important de mesurer et d'enregistrer périodiquement (une fois par semaine) la température du point chaud du tas de compost. L'évolution de la température nous indique si la fermentation se déroule correctement et si le processus avance.



Zone chaude de l'andain de compost, où la température doit être mesurée.

L'enregistrement de l'évolution de la température sur le protocole est également important pour attester de l'hygiénisation naturelle de la matière s'il n'est pas hygiénisé avant le

début du processus. Le compost est considéré comme hygiénisé si, après le dernier ajout de matière organique fraîche :

- sa température a été supérieure à 55°C pendant au moins 3 semaines
- ou supérieure à 65 °C pendant au moins 7 jours
- et le compost a été retourné au moins trois fois pendant cette période pour s'assurer que chaque partie du matériau est passée par la phase thermique.

L'absence de montée en température de la matière peut avoir plusieurs causes. Différentes mesures doivent alors être prises :

- Le tas de compost est trop petit. La surface du tas est proportionnellement très grande par rapport à son volume. Par conséquent, l'échange de chaleur avec l'air ambiant est trop important et la matière ne monte pas en température. Dans ce cas, il faut soit faire des tas plus grands, soit composter dans des bacs isolés (qui laissent tout de même passer suffisamment d'air pour permettre aux micro-organismes de travailler en aérobie).
- Le mélange de départ est beaucoup trop lâche et trop d'air peut y circuler trop facilement, ce qui refroidit le matériau. Cela peut se produire si le matériau ligneux est broyé trop grossièrement par rapport à la taille du tas. Dans ce cas, le broyeur doit être réglé pour obtenir un broyat plus fin.
- Le rapport C/N du mélange est trop élevé, soit parce qu'il y a trop de matière ligneuse, soit parce que les intrants ont été mal stockés et sont déjà en grande partie pourris ou desséchés. Dans ce cas, il faut ajouter des matières azotées (fumier de poule, tontes de gazon, voire des engrais azotés comme des copeaux de corne ou de la farine de plumes).
- Le mélange est beaucoup trop sec, ce qui empêche les micro-organismes d'agir. Dans ce cas, il faut humidifier le matériau.
- Le mélange est beaucoup trop humide, ce qui empêche l'air de circuler correctement. Sans oxygène, les micro-organismes ne peuvent pas fonctionner correctement. Des processus anaérobies se mettent en place, sans dégagement de chaleur, mais avec le développement d'odeurs indésirables et nauséabondes. Dans ce cas, il faut ajouter de la matière sèche au mélange.

La température idéale pour produire un compost de qualité se situe entre 60 et 70°C pendant la saison chaude. Cependant, il est possible que la température d'un tas de compost s'élève à plus de 80°C, ce qui a un impact négatif sur la qualité biologique du produit, car les micro-organismes qui s'y développent se modifient. Plus le tas de compost est grand, plus le risque est grand.

- La principale cause de cette élévation de température est un mélange contenant trop de matières riches en azote et facilement dégradables (par exemple, du fumier de poulet ou des tontes de gazon). Pour éviter ce problème, il faut créer un mélange moins riche en ces matières (en ajoutant plus de matière ligneuse). Un ajout de terre argileuse (environ 5 %) peut également tamponner le système et pallier ce risque.
- Une autre cause fréquente d'élévation incontrôlée de la température est le dessèchement de la matière au cours du processus de compostage. Lorsque l'humidité est trop faible, et si l'azote est disponible en quantité suffisante, des

réactions chimiques exothermiques peuvent se produire et entraîner l'auto-inflammation du tas de compost. Il est important de veiller à ce que le tas de compost soit suffisamment humide et d'ajouter de l'eau si nécessaire.

Les mesures de température doivent être documentées, notamment pour attester de l'hygiénisation naturelle du compost (protocole du processus).

b. Gestion de l'humidité du tas de compost

Comme indiqué plus haut, la gestion de l'humidité du tas de compost pendant le processus de compostage est essentielle pour la production d'un compost de qualité.

Pour contrôler l'humidité, il est important de prendre du matériel à l'intérieur du tas. Le contrôle peut être réalisé à l'aide du test de l'humidité de la main (voir chap. 3.2.c) : prenez une poignée de compost et pressez-la aussi fort que possible entre les doigts. Si de l'eau s'écoule, le compost est trop humide. Ouvrez les doigts. Si la boule de compost se désagrège, le compost est trop sec. Si la boule de compost reste compacte, l'humidité du compost est optimale. L'état d'humidité doit être enregistré dans le journal de contrôle du processus selon l'échelle suivante : -3 (complètement sec), 0 (optimal), +3 (complètement humide). Il est important de vérifier la teneur en eau du matériau avant chaque mélange, afin de déterminer si l'andain doit être arrosé avant ou pendant le mélange. Si nécessaire, la quantité et la source de l'eau fournie doivent être notées dans le protocole de contrôle du processus.

Le compost a besoin de beaucoup d'eau pendant la phase de chaleur. Lorsque la température diminue, il faut faire très attention à l'irrigation du compost, car il n'évapore plus beaucoup d'eau, et il risque de devenir trop humide.

c. Gestion de l'aération du tas de compost

Une quantité suffisante d'oxygène dans le tas de compost est essentielle pour permettre aux micro-organismes aérobies (comme les champignons) de faire leur travail. Un minimum de 4 % d'oxygène doit être assuré dans le tas pendant toute la durée du processus de compostage et également pendant le stockage du produit fini. En l'absence d'oxygène, les conditions anaérobies conduisent également les bactéries à produire des molécules malodorantes (comme les acides organiques).

Pour assurer un apport d'air suffisant, le mélange de départ doit être suffisamment structuré pour permettre à l'air de circuler. Plus l'andain est large, plus le matériau structurant doit être grossier et en plus grande quantité.

Pour assurer un apport d'air suffisant, le compost doit être retourné périodiquement. La fréquence de retournement dépend du matériau et de la dimension du tas. Au début de la fermentation, la fréquence de retournement doit être d'une à deux fois par semaine. Ce n'est pas l'oxygène provenant du retournement dans le matériau de compostage qui est important ; c'est plutôt le rétablissement de la structure optimale de l'andain, qui permet la circulation de l'air dans le matériau (effet de cheminée). Plus tard, lorsque la forte perte en volume de la matière est terminée l'activité biologique diminue, la fréquence de retournement peut être réduite.

L'utilisation d'un analyseur de gaz permet d'optimiser la gestion du processus afin d'assurer une teneur en oxygène suffisante dans l'ensemble du tas de compost. Cet appareil de mesure

est particulièrement utile en cas d'aération forcée et également pour gérer le stockage des produits finis.



Mesure de la composition des gaz dans un andain.

d. Brassage des tas de compost

Le retournement du compost est important pour assurer un bon apport d'oxygène à la matière. Le retournement du compost est également important pour obtenir un produit homogène. Le retournement du compost permet également, en mélangeant les produits de dégradation intermédiaires, d'activer l'activité biologique du processus.

La teneur en eau du tas est également ajustée pendant les opérations de brassage des tas (en ajoutant, si nécessaire, de l'eau).

La solution optimale pour mélanger un andain de compost est d'utiliser une machine à mélanger le compost. Si une telle machine n'est pas disponible sur le site de compostage, l'andain peut également être mélangé à l'aide d'un chargeur. Il faut cependant veiller à bien secouer le godet au moment de le vider pour obtenir l'andain le plus meuble possible après cette opération, et à ne pas rouler sur le compost pour éviter de le compacter.

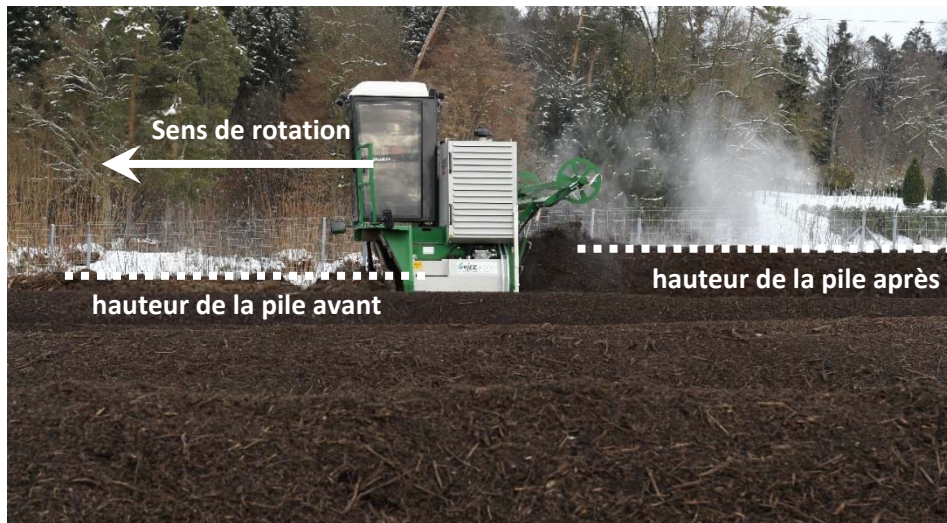
Pour les petits tas de compost, il est bien sûr possible de le retourner manuellement à l'aide d'une fourche.



Opération de retournement des piles de compost.

A gauche : retournement manuel avec une fourche.

A droite : retournement avec brasseuse mécanique



Effet du retournement du compost sur la structure du tas de compost.

e. Protocole de contrôle du processus

Un protocole de suivi du processus doit être établi pour chaque chargement de compost. Il doit contenir les informations suivantes :

- numéro de lot et date de mise en place
- composants du mélange (en m³ ou en % du mélange)
- ajout d'éventuels additifs (terre, enzymes, micro-organismes) (en quantité).
- date d'ajouts
- ajout ultérieur d'intrants avec la quantité et la date d'ajout
- journal du processus (température, humidité, si possible teneur en O₂),
- les opérations effectuées, telles que le retournement, l'ajout d'eau, la couverture de l'andain par un géotextile,
- lors de l'ajout d'eau, noter sur le protocole quelle qualité d'eau (eau de la place , eau de rivière, eau de pluie,...) a été ajoutée et en quelle quantité.
- -le cas échéant, la date d'échantillonnage à des fins d'analyses de qualité.
- le traitement ultérieur des lots (tamisage, emballage, stockage, etc.)

Le protocole de suivi doit toujours être soigneusement tenu à jour. Il sert notamment de base au contrôle de l'hygiénisation naturelle du compost produit dans l'usine et à l'optimisation du processus.

3.4 Conditionnement des produits

Une fois le processus de compostage terminé, le compost doit être conditionné pour répondre aux besoins des utilisateurs, puis stocké jusqu'à sa livraison.

En fonction de l'utilisation souhaitée et de la durée d'utilisation, différentes opérations de conditionnement et de stockage sont nécessaires. Celles-ci doivent être réalisées conjointement au contrôle de la qualité des composts produits (voir chapitre 4).

Exemple de protocole de contrôle du processus de compostage

Nom de l'usine de compostage :				Numéro de lot du compost :							
Total du mélange de départ [m] ³				Pile No :							
Mise en place de la pile											
Date	Entrée 1 [m] ³	Entrée 2 [m] ³	Entrée 3 [m] ³	Entrée 4 [m] ³	Entrée 5 [m] ³	Remarques					
Date du tamisage du compost :				Livraison de compost :							
Contrôle des processus											
Date	Température [°C]			Humidité 0 : OK ; -1 : sec ; -3 : très sec ; +1 : humide ; +3 : très humide			Retourne- ment t du compost	H O ₂ [litre]	Échantillonna	Remarques	Visum
	T1	T2	T3	M1	M2	M3					

a. Tamisage du compost

La principale opération de conditionnement consiste à tamiser le compost afin d'obtenir la granulométrie souhaitée pour l'usage auquel il est destiné. Il faut veiller ici à ne pas tamiser le compost trop finement. Non seulement cela est coûteux, mais cela nuit également aux effets bénéfiques du compost. En effet, ce sont les fractions ligneuses qui permettent la formation d'un humus durable dans le sol. Plus le tamisage est fin, plus cette fraction est éliminée. Ainsi, pour les grandes cultures ou l'arboriculture, un tamis de 20 ou 30 mm est tout à fait suffisant. Pour la production de terreau, un tamis de 10 mm peut être souhaitable.

Si le compost contient des particules de plastique ou d'autres substances indésirables (verre, aluminium, etc.), les opérations de criblage peuvent les éliminer manuellement ou en plaçant un aspirateur en plastique à la sortie de la fraction grossière.

Sur ce point, il est important de communiquer avec l'utilisateur du compost et de lui expliquer que le compost n'est pas un engrais chimique et qu'il n'a pas besoin d'être tamisé très finement pour en avoir l'apparence.

Dans la mesure du possible, il est bon de tamiser le compost le plus tard possible avant son utilisation. En effet, la matière structurante présente assure une meilleure aération naturelle du matériau.

Pour les petites quantités de compost, il peut être tamisé à la main à travers une grille. Pour de plus grandes quantités, on peut utiliser un tamis rotatif ou à étoiles (chapitre 6.1d).

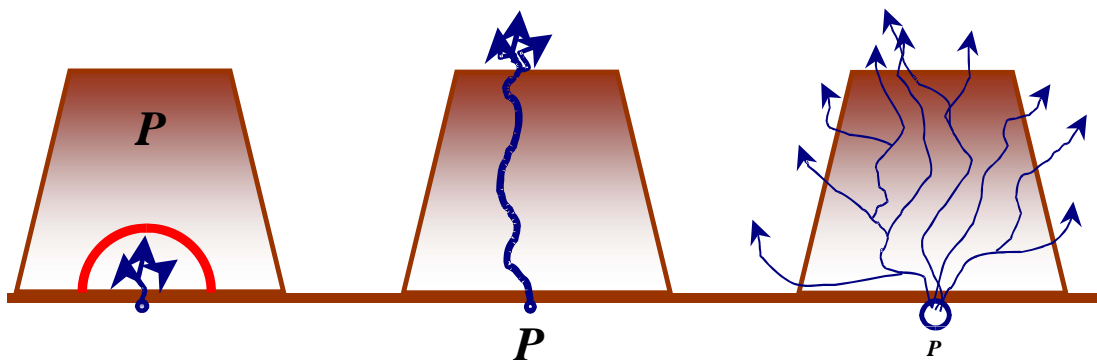
b. Stockage du compost

Pendant le stockage, il est essentiel d'assurer une aération suffisante du compost, sous peine de l'étouffer et d'en diminuer fortement la qualité. Il est donc préférable de stocker le compost en tas. Si le tas est petit (jusqu'à 1,5 mètre de haut), la circulation de l'air ambiant est suffisante pour assurer une bonne oxygénation. Si le tas est plus grand, il faut soit installer une aération forcée, soit continuer à remuer le tas régulièrement toutes les deux à trois semaines (en fonction de son degré de maturité).

La mise en place d'un système de ventilation forcée est essentielle. Si le tas de compost est trop compact, l'air ne peut pas s'y répandre. Si la pression de l'air sortant du tuyau d'aération est élevée, l'air emprunte un chemin préférentiel et le compost situé en dehors de ce chemin n'est pas aéré. Pour obtenir une bonne aération, l'air doit quitter le tuyau d'aération avec une faible pression ; dans ce cas, il peut bien se diffuser dans tout le tas. La mesure du niveau d'oxygène dans le tas de compost permet d'ajuster le régime d'aération optimal (par exemple 5 minutes par heure).

Le système de ventilation forcée peut être réalisé à l'aide de techniques relativement simples.

Pendant le stockage, le compost doit être protégé des intempéries. Plus le compost est mûr, plus il est sensible à l'engorgement.



Installation d'un système d'aération forcée sous un tas de compost.

A gauche : le tas de compost est trop compact, l'air ne peut pas sortir du tuyau d'aération. Centre : l'air sortant du tuyau d'aération a une pression trop élevée : l'air choisit un chemin préférentiel.

A droite : l'air sort du tuyau d'aération à basse pression : il peut facilement se diffuser dans le compost.



Exemple d'aération d'un tas de compost.

A gauche : aération avec des tubes forés posés sur le sol. À droite : rail d'aération installé dans le sol.



Exemple de stockage du compost pour le protéger des intempéries



Effet du stockage sur la qualité du compost et la compatibilité avec les plantes.

En haut : compost stocké avec un apport d'oxygène suffisant.

En bas : le même compost privé d'oxygène pendant le stockage.

Le compost mûr n'a pas besoin de beaucoup d'oxygène. Il faut cependant veiller à ce qu'il y en ait un minimum. Différents facteurs sont importants : la dimension du tas de stockage (plus le tas est grand, plus il faut veiller à ce que tous les matériaux soient suffisamment alimentés en oxygène), le stade de maturité du produit (plus le compost est mûr, plus ses besoins en oxygène sont faibles), l'humidité (plus le compost est humide, plus l'air a du mal à circuler), l'utilisation d'additifs (plus le compost est mélangé à des matières minérales (comme de la terre de champ), plus ses besoins en oxygène diminuent).

c. Conditionnement final du compost

La livraison du compost en vrac est la plus judicieuse en termes de qualité. Si, pour des raisons logistiques, il est nécessaire d'ensacher le compost, il faut le faire le plus tard possible avant la livraison du compost (ne pas stocker le compost dans des sacs pendant plusieurs mois), et choisir des sacs qui permettent un échange d'air (les sacs tissés sont préférables).

Les sacs doivent être stockés à l'ombre et, si possible, dans un endroit frais, afin que la qualité du compost se détériore le moins possible pendant le stockage.

d. Fabrication de mélanges à base de compost

Les mélanges de terre à base de compost sont généralement demandés en fonction du domaine d'application. C'est notamment le cas pour la production de semis, l'horticulture et l'aménagement paysager. Afin de répondre aux attentes et aux besoins des utilisateurs de ce type de produits, il est important d'établir un dialogue avec eux pour définir les caractéristiques spécifiques de ces mélanges.

Afin d'assurer la qualité des produits du sol, il est conseillé de mettre en place un laboratoire de terrain simple (voir chapitre 4.5c). Dans ce laboratoire, des analyses régulières des produits intermédiaires doivent être effectuées tout au long du processus de production. Les paramètres qui changent au cours du processus de production sont examinés : valeur du pH, teneur en sel, $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ et $\text{NO}_3\text{-N}$. Afin d'obtenir des valeurs pertinentes pour les mélanges le plus rapidement possible, les échantillons doivent être analysés le plus tôt possible après leur collecte.

Le choix des autres ingrédients du mélange est important. La terre est souvent un élément important du mélange. Cette terre peut provenir de champs ou de chantiers de construction. Il est important de veiller à ce que la terre soit exempte de mauvaises herbes et d'agents pathogènes problématiques. Elle ne doit pas non plus être trop lourde ; une teneur en argile comprise entre 25 et 25 % est généralement optimale.

Les autres ingrédients peuvent être minéraux (sable, briques pilées, perlite, etc.) ou organiques (fibres de coco, fibres de chanvre, glumes, etc.). Ici aussi, la qualité de ces ingrédients doit être irréprochable (absence de pesticides, de salinité élevée, de mauvaises herbes, de pathogènes, etc.)

Lors de l'élaboration de ces produits à base de compost, il est recommandé de procéder à des essais en pots avec des plantes pour tester et optimiser ces mélanges.



Mélanges à base de compost proposés aux utilisateurs

4. Assurance de la qualité des produits

La caractérisation de la qualité des composts et digestats produits est essentielle pour choisir le bon produit pour le bon usage et pour optimiser les stratégies d'utilisation.

Si l'évaluation des paramètres évoluant au cours du processus de compostage peut être réalisée avec des moyens simples et un laboratoire de terrain (voir chapitre 4.5c), d'autres analyses, exigées par la législation, doivent être effectuées par un laboratoire certifié.

Pour que les résultats obtenus soient pertinents, il est toutefois essentiel que l'échantillon prélevé soit représentatif du lot de compost.

4.1 Prélèvement d'un échantillon représentatif de compost

a. Prélèvement d'un échantillon dans un andain de compost

Avec la tarière ("tarière edelman simple, type sable", diamètre 10 cm, longueur minimale 100 cm), faire une coupe transversale jusqu'au centre de l'andain tous les 10-15 mètres (en fonction de la longueur de l'andain). Pour les petits andains : faire au moins 5 coupes par andain. Si on ne dispose pas de tarière, on peut également faire des trous dans l'andain à l'aide d'une pelle, en veillant à ce qu'ils soient suffisamment profonds.

b. Prélèvement d'un échantillon lors du tamisage

Prélever environ 1 échantillon de 2 litres tous les 15 m³. Pour les lots plus petits, prélever un minimum de 5 échantillons.

c. Prélèvement d'un échantillon dans un tas de compost

À l'aide de la tarière, prélever un échantillon profond (jusqu'à environ 80 cm) par 15 m³ de compost. Pour les tas plus petits, prélever au moins 3 échantillons.

d. Préparation de l'échantillon final

Répandre le compost sur la feuille de plastique et mélangez bien. Prélever la quantité de compost nécessaire : environ 1 à 2 litres pour les analyses chimiques. Placer les échantillons dans des sacs en plastique. Marquer clairement les sacs d'échantillons (date d'échantillonnage, numéro de charge, âge du compost). Envoyer l'échantillon par la voie la plus rapide au laboratoire d'analyse. Pour l'analyse des différentes formes d'azote inorganique, l'échantillon doit être refroidi et conservé au froid (4°C) jusqu'à la réalisation des analyses.

4.2 Analyses légales requises

Les analyses exigées par la loi varient d'un pays à l'autre. Ce point doit être clarifié pour chaque pays. En particulier, le nombre d'analyses légalement requises par an doit être clarifié.

Les méthodes d'analyse requises peuvent également varier d'un pays à l'autre. Normalement, les laboratoires certifiés utilisent les méthodes d'analyse officielles de leur pays.

Il est essentiel de définir clairement avec le laboratoire la forme sous laquelle les résultats sont délivrés (g/kg MF, g/kg MS, g/m³ de matière, etc.). Ceci doit être clairement indiqué sur le rapport du laboratoire.

En général, les analyses suivantes sont nécessaires :

a. Données agronomiques (importantes, entre autres, pour l'établissement du bilan de fumure)

- matière sèche (MS) [en % FM]
- poids spécifique [kg/m^3]
- matière organique (MO) [en % MS].
- salinité [en $\text{g KCl}_{\text{eq}}/\text{kg TS}$] ou [en mS/cm (avec indication de la méthode d'extraction)].
- pH (avec indication de la méthode d'extraction)
- rapport C/N
- azote total [en kg N/t MS]
- phosphore total [en $\text{kg P}_2\text{O}_5/\text{t MS}$] ou [en kg P/t MS].
- potassium total [en $\text{kg K}_2\text{O/t DM}$] ou [en kg K/t MS].
- calcium total [en kg Ca/t MS]
- magnésium total [en kg Mg/t MS].
- soufre total [en kg S/t MS].

b. Données pour la protection de l'environnement

- Plomb [en g / t MS]
- Cadmium [en g / t MS]
- Cuivre [en g / t MS]
- Nickel [en g / t MS]
- Mercure [en g / t MS]
- Zinc [en g / t MS]
- matières étrangères plastiques [% en poids MS]
- matériau étranger verre [poids % MS]
- matériau étranger métal [poids % MS]

4.3 Interprétation des données agronomiques

Les données agronomiques sont importantes pour planifier l'utilisation optimale des composts.

Le rapport C/N et la teneur en matière organique sont des indications du degré de maturité et de stabilité du produit.

La valeur du pH et la salinité sont des paramètres importants pour l'utilisation des composts dans l'horticulture et la fabrication de terreaux, car diverses plantes ornementales sont sensibles à des valeurs de pH ou de salinité trop élevées.

Les éléments fertilisants N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg et S sont importants pour définir les quantités de produits à utiliser pour les différentes cultures et pour établir les bilans de fumure.

Comme le montre le tableau 1.1 (valeurs pour la Suisse à titre d'exemple), les besoins en engrais des différentes cultures varient considérablement. Pour éviter la surfertilisation, l'élément nutritif N, P ou K couvert en premier par le compost détermine la quantité de compost à ajouter au sol ; des engrais commerciaux spécifiques doivent être ajoutés pour compléter les besoins en autres éléments nutritifs. Une exception est faite pour les pois : comme cette légumineuse ne nécessite pas d'azote, elle n'est pas incluse dans le bilan de

fumure. Bien entendu, ce calcul doit être actualisé en fonction de la teneur en engrais des composts utilisés et des besoins des cultures locales.

Quantités de compost nécessaires pour couvrir les besoins des cultures (exemple : fertilisation en Suisse). (en jaune : engrais limitant les quantités de compost à ajouter pour éviter la surfertilisation).

	Teneur en engrais (compost de déchets verts CH) [kg/m ³]	Blé		Maïs		Pommes de terre	
		Exigences [kg/ha]	m ³ compost /ha	Exigences [kg/ha]	m ³ compost /ha	Exigences [kg/ha]	m ³ compost /ha
<i>N_{tot}</i>	4.6						
<i>Disponible</i>	0.5	140	280	110	220	120	240
<i>P O₂₅</i>	2.0	63	32	103	52	82	41
<i>K O₂</i>	4.3	81	19	235	55	448	104
<i>Mg</i>	1.8	15	8	25	14	20	11

	Teneur en engrais (compost de déchets verts CH) [kg/m ³]	Tournesol		Pois		Pommiers	
		Exigences [kg/ha]	m ³ compost /ha	Exigences [kg/ha]	m ³ compost /ha	Exigences [kg/ha]	m ³ compost /ha
<i>N_{tot}</i>	4.6						
<i>Disponible</i>	0.5	60	120	0	0	60	120
<i>P O₂₅</i>	2.0	49	25	78	39	20	10
<i>K O₂</i>	4.3	394	92	154	36	80	19
<i>Mg</i>	1.8	55	31	20	11	15	8

4.4 Interprétation des données pour la protection de l'environnement

Les données pour la protection de l'environnement sont importantes pour assurer une utilisation durable des composts sans causer des problèmes à moyen ou long terme sur la fertilité des sols, sur la qualité des cultures ou sur l'environnement.

Ces données doivent respecter les directives légales des différents pays avant que les composts puissent être utilisés dans l'agriculture. Ces valeurs limites diffèrent d'un pays à l'autre.

Les exigences relatives à l'utilisation de ces produits dans l'agriculture biologique peuvent être plus strictes. Les bureaux de certification bio peuvent renseigner sur ce point.

Chaque pays dispose également de lignes directrices concernant le nombre d'analyses requises annuellement pour contrôler ces valeurs limites. En général, celles-ci sont basées sur les quantités de matières traitées.

Valeurs limites pour les métaux lourds et les matières étrangères dans les engrais recyclés en Suisse.

Polluant	Valeur limite pour l'agriculture conventionnelle	Valeur limite pour l'agriculture biologique
Plomb (Pb)	120 [g/kg MS]	120 [g/kg MS]
Cadmium (Cd)	1 [g/kg MS]	1 [g/kg MS]
Cuivre (cu)	100 [g/kg DM]	100 [g/kg DM]
Nickel (Ni)	30 [g/kg MS]	30 [g/kg MS]
Mercuré (Hg)	1 [g/kg MS]	1 [g/kg MS]
Zinc (Zn)	400 [g/kg MS]	400 [g/kg MS]
total des substances étrangères (métal, verre, etc.)	0,4 % du poids de la de matière sèche	0,4 % du poids de la de matière sèche
feuilles d'aluminium et matériaux synthétiques (plastiques)	0,1 % du poids de la de matière sèche	0,05 % du poids de la de matière sèche

4.5 Paramètres supplémentaires de qualité des produits

Outre les analyses effectuées par des laboratoires certifiés, la qualité des composts au cours du processus de compostage doit être évaluée sur place. Cette évaluation peut être réalisée à l'aide de moyens simples :

- le contrôle des paramètres du processus
- évaluer la qualité du compost à l'aide de ses propres sens
- évaluation de la qualité du compost à l'aide d'un laboratoire de terrain
- évaluation de la qualité du compost à l'aide de tests sur les plantes (biotests)

a. Surveillance des paramètres du processus

Le premier point important du contrôle de la qualité du produit est l'évaluation du protocole de contrôle du processus (chapitre 3.3e). Le point le plus important est l'évolution de la température de la matière, afin de s'assurer que les conditions requises pour l'hygiénisation naturelle du produit sont garanties. Pour rappel, sa température a été supérieure à 55 °C pendant au moins 3 semaines ou supérieure à 65 °C pendant au moins 7 jours, avec au moins deux retournements pendant cette période pour s'assurer que chaque partie du matériau est passée par la phase thermique.

b. Évaluer la qualité du compost à l'aide de ses propres sens

L'observation du compost avec ses propres sens (yeux, nez, toucher) peut fournir des informations sur la qualité du compost. Ces observations ne peuvent pas remplacer les analyses chimiques ou les tests sur les plantes, mais elles peuvent les compléter.

- Couleur du compost

Au début du processus de compostage, le matériau présente une mosaïque de couleurs dérivant des matériaux d'entrée. Au cours du processus, une homogénéisation de la couleur se produit et, avec l'évolution de l'humification, le compost devient brun ou noirâtre. Si le compost est trop sec pendant le processus, des moisissures grises peuvent être observées.



Vue de la matière organique au début du processus de compostage (à gauche) et du compost mûr (à droite).

- Odeur du compost

Le compost sent toujours mais les odeurs peuvent être plus ou moins intenses et plus ou moins agréables selon le processus de gestion. L'odeur d'un compost dépend de sa maturité et de la gestion du processus. Les composts jeunes contenant des matières riches en azote sentent l'ammoniac, et se transformeront au cours des processus de maturation en un produit à l'odeur de terre forestière. Les odeurs désagréables telles que celles des "œufs pourris" ou de l'acide butyrique sont typiques des processus anaérobies mal contrôlés dans le tas de compost. Les acides organiques se forment par manque d'oxygène et ne peuvent pas être transformés en aval, ce qui provoque l'émission d'odeurs intenses et désagréables.

- Structure du compost

Le compost mûr produit par un processus optimal a une structure friable et aucun matériau de départ reconnaissable à l'exception de quelques morceaux de bois. La présence de beaucoup de matières fibreuses est un signe que le compost n'est pas suffisamment mûr. Cela peut se produire si le taux d'humidité du tas de compost est trop faible, surtout dans la phase chaude. L'ammonium présent dans le tas serait alors perdu sous forme d'ammoniac, ce qui entraînerait un manque d'azote pour les micro-organismes et une décomposition insuffisante, même si de l'eau est disponible. Lorsqu'un tel compost fibreux est appliqué, il y a un risque d'immobilisation de l'azote dans le sol.

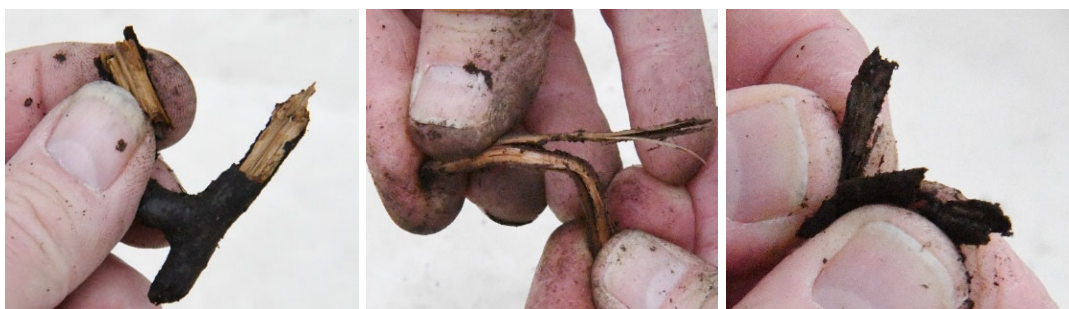
- Test de rupture du bois

Le test de rupture du bois permet également de caractériser le degré de maturité du compost et le risque d'immobilisation de l'azote dans le champ après son utilisation. La dégradation du bois commence après la phase de haute température. On observe donc une dégradation mineure du bois dans un compost jeune, et une dégradation nette du bois dans un compost mûr. Si du bois relativement brut est appliqué sur un

sol de champ, les micro-organismes responsables de sa dégradation immobiliseront l'azote disponible dans le sol afin d'effectuer la dégradation. Cet azote est donc temporairement indisponible pour les plantes, ce qui inhibe leur croissance.



Compost fibreux (à gauche) et compost friable (à droite).



Essai de rupture du bois

A gauche : compost jeune, en phase de chauffage.

Le bois est encore dur, de couleur blanche à claire, et aucun signe de dégradation n'est observé.

Au milieu : Compost au début de la phase de maturation.

Le bois est légèrement tendre, fonce sur les bords et est un peu gras.

A droite : Compost mûr.

Le bois est tendre, la surface de la fracture est foncée et les bords noirs, et l'eau peut être facilement extrudée en pressant le morceau de bois.

- Teneur en substances indésirables des produits

La teneur en matières indésirables (principalement des matières plastiques) du compost peut déjà être évaluée par simple observation. Ceci est particulièrement important pour un agriculteur qui souhaite acheter du compost, car cela peut l'aider à choisir les différentes qualités qu'il souhaite apporter à ses champs.

Pour le producteur de compost, cette évaluation est importante afin d'optimiser le processus si nécessaire. Diverses mesures peuvent être prises si nécessaire, comme un meilleur tri des intrants ou un tamisage plus fin du produit fini.

- Couleur de l'extrait aqueux

Pour réaliser cette évaluation, 50 g de compost sont agités pendant une heure dans 500 ml d'eau, puis le tout est filtré. Les jeunes composts contiennent encore de petites molécules d'humus, qui sont solubles dans l'eau : la couleur de l'extrait est très foncée. Au cours des processus de maturation, les micro-organismes construisent de grandes molécules insolubles dans l'eau à partir des petites molécules : extrait d'eau claire.



*Évaluation de la teneur en matières indésirables dans les composts
A gauche : compost avec beaucoup de plastique ; à droite : compost propre*

c. Évaluer la qualité du compost à l'aide d'un laboratoire de terrain

Avec un laboratoire de terrain relativement simple (voir annexe 1 "Analyse chimique du compost dans un laboratoire de terrain", Fuchs, 2022), on peut déterminer la matière sèche, la salinité, le pH et l'azote minéral (ammonium, nitrite et nitrate). Ces données, qui évoluent au cours du processus de compostage et du stockage du compost, donnent des informations importantes sur les utilisations possibles des composts.

Les modalités de réalisation de ces analyses également sont décrites dans l'annexe 1 "Analyse chimique du compost dans un laboratoire de terrain", Fuchs, 2022.

En particulier, les formes d'azote disponibles présentes dans le compost permettent d'évaluer l'état du processus de compostage (degré de maturité) et si le compost a souffert d'un problème pendant le processus de compostage ou pendant le stockage.

d. Évaluer la qualité du compost à l'aide de tests sur les plantes (biotests)

L'avantage des biotests est que les plantes réagissent à tous les aspects de la qualité du compost et pas seulement à certains paramètres tels que ceux mentionnés ci-dessus. Les résultats des biotests sont visibles à l'œil nu et permettent une évaluation simple. En réalisant des biotests, le producteur de compost/digestat développe une relation différente avec le produit, ce qui se traduit souvent par une amélioration de la qualité des composts produits.

Les biotests sont un bon outil pour les activités de relations publiques et pour permettre un dialogue constructif avec les utilisateurs de compost.

- Ces tests peuvent être effectués par l'usine de compostage elle-même. Les plantes réagissent différemment à la qualité du compost. Il est donc utile d'effectuer

plusieurs tests sur les plantes en parallèle, en fonction de la question à évoluer: test du cresson ouvert et fermé (évaluation de la qualité générale), test de la laitue (évaluation de la qualité générale), test des haricots (indique si un manque d'oxygène s'est produit pendant la maturation du compost), test du ray grass (indique le risque d'immobilisation de l'azote par le compost).

Interprétation de la qualité du compost par comparaison des teneurs des différentes formes minéralisées de l'azote

Teneur relative de la forme N_{min1}			Interprétation
NH -N ₄	NO -N ₂	NO -N ₃	
-	-	-	<i>Pas d'azote disponible. Mélange trop riche en carbone, ou tout le NH₄-N a été perdu à cause du manque d'humidité. Risque d'immobilisation de l'azote dans le champ. Recommandation : ajouter au mélange une matière riche en N (digestat, gazon, litière de poulet, etc.).</i>
+++	-	-	<i>Compost très jeune, la nitrification n'a pas encore commencé. Recommandation : maintenir le mélange suffisamment humide pour éviter les pertes de NH₄-N et permettre la nitrification.</i>
+++	++	+	<i>Compost jeune, nitrification débutante. Recommandation : maintenir le mélange suffisamment humide pour éviter les pertes de NH₄-N ; veiller à ce que l'apport d'oxygène au mélange soit constamment suffisant.</i>
+	++	+++	<i>Le compost est presque mûr, la nitrification est bientôt terminée. Recommandation : veiller à ce que l'apport d'oxygène au mélange soit constamment suffisant.</i>
-	-	+++	<i>Compost mûr, nitrification terminée. Recommandation : veiller à ce que l'apport d'oxygène dans le mélange soit constamment suffisant Le compost est mûr et prêt à être utilisé.</i>
-	+++	++	<i>Compost mûr, nitrification terminée, mais manque d'oxygène pendant le stockage</i>

- : aucun (< 10 mg N / kg DM); + : faible quantité (10-50 mg N / kg DM);

++ : quantité moyenne (50-200 mg N / kg DM) ; +++ : quantité élevée (> 200 mg N / kg MS)

En général, deux tests sont réalisés avec le cresson : le test du cresson ouvert et le test du cresson fermé (voir annexe 2: Fuchs, J.G., Weidmann, G. 2018. [Déterminer la qualité du compost à l'aide de tests de cresson](#). CONSEIL PRATIQUE NO. 054 du projet OK-Net Arable, www.ok-net-arable.eu). . Si les graines de cresson ne sont pas disponibles dans le pays concerné, d'autres plantes (comme la laitue) peuvent être testées.

- Test du cresson ouvert

Le test du cresson ouvert n'est pas très sensible, et seuls les composts de mauvaise qualité obtiennent de mauvais résultats avec ce test. Dans ce test, la croissance du cresson dans des pots (Ø 10 cm) remplis de compost est comparée à sa croissance dans un terreau commercial.

- Croissance dans le compost < 50 % de la croissance dans le substrat de référence : compost peu compatible avec les plantes.

- Croissance dans le compost > 75 % de la croissance dans le substrat de référence : compost présentant une bonne compatibilité avec les plantes.

- Test du cresson fermé

Le test du cresson fermé est très sensible, car les graines de cresson ne sont pas seulement en contact avec le compost, mais aussi avec les gaz qui s'en dégagent. Seuls les composts de haute qualité obtiennent de bons résultats avec ce test. Pour ce test, des boîtes en PVC (1 litre) sont remplies à moitié de terreau de compost, du cresson y est semé, puis les boîtes sont fermées hermétiquement ; la longueur des racines dans le compost et dans un terreau commercial est ensuite comparée.

- croissance dans le compost > 25 % de la croissance dans le substrat de référence : compost moyennement compatible avec les plantes.
- croissance dans le compost > 75 % de la croissance dans le substrat de référence : compost à haute compatibilité avec les plantes.



*Tests de phytotoxicité pour évaluer la compatibilité des composts avec les plantes.
À gauche : test de cresson ouvert. À droite : test de cresson fermé.*

e. Conclusions

Pour garantir la production de composts de qualité et leur utilisation optimale, il est essentiel de mettre en œuvre un concept d'assurance qualité efficace. Ce concept ne doit pas se limiter au processus de compostage proprement dit, mais doit commencer par la collecte des déchets organiques et aller jusqu'à l'utilisation des composts produits.

Bien entendu, les différents paramètres peuvent interagir, et les différents sols et conditions climatiques peuvent également influencer les réactions des composts après leur application. Il est important de tenir compte de ces points lors de l'évaluation globale de l'adéquation des composts

Évaluation de l'adéquation d'un compost à différents objectifs d'utilisation

Paramètres	Effet de la fertilisation	Effets sur la matière organique et la structure du sol	Suppression de la maladie	Composant du milieu de culture
Couleur du compost				
• mosaïque de couleurs	--	--	--	--
• couleur homogène	++	++	++	++
Odeurs				
• ammoniac	+	-	-	--
• mauvais (par exemple, œufs pourris)	--	--	--	--
• sol forestier	+	++	--	++
Structure du compost				
• très fibreux	--	0	-	--
• friable	++	++	+	++
Essai de rupture du bois				
• bois encore dur	--	-	0	--
• bois légèrement tendre	--	0	+	--
• pièce de bois tender	++	+	++	++
Température du processus				
• l'hygiénisation n'est pas atteinte	-	-	--	--
• hygiénisation réalisée	+	+	++	++
Teneur en métaux lourds				
• supérieur aux limites légales	--	--	--	--
• le respect des limites légales	++	++	++	++
Valeur du pH dans l'extrait CaCl₂ 0,01M 1:10 w:w				
• > 20 g KCl _{eq} /kg TS	0	0	0	--
• 10-20 g KCl _{eq} /kg TS	0	0	0	-
• < 10 g KCl _{eq} /kg TS	0	0	0	++
N_{min} teneur en extrait CaCl₂ 0,01M 1:10 w:w				
• < 100 mg N _{min} /kg TS	--	0	-	--
• 100-160 mg N _{min} /kg TS	-	0	0	0
• > 160 mg N _{min} /kg TS	++	+	+	++
Test de cresson ouvert				
• < 50 % par rapport au contrôle	0	0	--	--
	0	0	0	--
• 50-75% par rapport au contrôle	0	0	++	++
• >75% par rapport au contrôle				
Test de cresson fermé				
• < 25 % par rapport au contrôle	0	0	0	--
	0	0	+	0
• 25-50% par rapport au contrôle	0	0	++	++
• >50% par rapport au contrôle				

-- : non approprié pour cet usage ; 0 : non pertinent ; ++ : approprié pour cet usage

5. Le lombricompostage

Le lombricompostage est une technique de compostage des déchets organiques à faible teneur en bois, tels que les épluchures et le marc de café. Le fumier peut également être traité par lombricompostage.

Le lombricompost est riche en éléments fertilisants, d'une part en raison des intrants utilisés et d'autre part parce que les pertes d'azote sont minimales avec ce système.

Un point important à considérer est l'aspect hygiénique du compost produit. Lors du lombricompostage, la matière ne monte pas en température comme dans le compostage traditionnel, et l'hygiénisation naturelle de la matière (destruction des mauvaises herbes et des agents pathogènes) ne peut donc pas être assurée. C'est pourquoi il est important de n'utiliser que des intrants ne présentant aucun risque hygiénique, ou de les soumettre à une courte phase de traitement thermique pour les hygiéniser avant de les ajouter au système de lombricompostage.

Comme son nom de lombricompostage l'indique, les vers à compost font le travail, en collaboration avec des bactéries et des champignons. Les vers à compost sont des vers épigés, c'est-à-dire qu'ils vivent dans la litière de surface et se nourrissent de matière organique en décomposition. Il existe une grande variété de vers à compost. Le plus courant est *Eisenia foetida*, mais d'autres vers peuvent également faire le même travail : *Eisenia andrei*, *Lumbricus rubellus*, *Megascolex mauritii*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionnyx excavatus*, *Lampito mauritii*, etc.

D'une manière générale, le lombricompostage est un processus continu : les vers digèrent la matière organique ; une fois celle-ci décomposée, ils passent à la matière organique fraîche pour continuer leur travail. Dans un système de lombricompostage, nous avons donc d'un côté le lombricompost mûr, de l'autre les restes organiques frais, et entre les deux la matière organique en cours de décomposition par les vers.

Dans des conditions optimales, les vers à compost ont un cycle de 2 à 3 mois d'un cocon à l'autre.

5.1 Systèmes de lombricompostage

Il existe de nombreuses façons de pratiquer le lombricompostage, depuis les petits systèmes de traitement des déchets ménagers d'une famille jusqu'aux systèmes industriels semi-automatiques : lombricompostage domestique, lombricompostage en tranchées, lombricompostage en lits, système de lombricompostage en coin, lombricompostage en boîtes, système de lombricompostage semi-automatique (voir chapitre 1.2).

Le choix du système de lombricompostage dépend principalement de la quantité de déchets organiques à traiter, de la surface et de l'infrastructure disponibles.

5.2 Comment fonctionne le lombricompostage

D'une manière générale, tous les systèmes de lombricompostage fonctionnent de la même manière. Après avoir été brièvement attaqués par des moisissures, les restes organiques sont

digérés par des vers à compost. Une fois la matière organique digérée, les vers passent à une matière plus fraîche. On observe ainsi une migration régulière des vers.

En pratique, cela signifie que le lombricompost mûr se trouve d'un côté du système, les matières en cours de digestion au milieu et les matières fraîches de l'autre.

Le compost mûr, qui ne contient pratiquement pas de vers, peut être récolté et utilisé, tandis que des matières fraîches sont régulièrement ajoutées de l'autre côté du système.

Dans les systèmes où les couches de matériau sont empilées verticalement (systèmes en boîtes ou en caissons), on peut installer une grille à fond mobile (racleur) au bas du système pour collecter le lombricompost mûr. Si cela n'est pas possible, lorsque la boîte ou la caisse est pleine, la couche supérieure de matériau (contenant les vers) est transférée dans une boîte (ou une caisse) vide, où le lombricompost mûr peut être collecté.

Dans les systèmes à tranchées, à couches ou à coins, le système peut être organisé de manière que des matières fraîches soient toujours ajoutées à l'extrémité du matériau, les vers avançant dans cette direction, et le compost mûr à l'autre extrémité du système.

5.3 Conditions requises pour le lombricompostage

Les vers à compost ont besoin des éléments suivants pour se développer et être actifs :

- un environnement favorable ("litière"). Ce matériau doit être très absorbant pour rester suffisamment humide, pas trop dense pour permettre une bonne circulation de l'air, et avoir une faible teneur en azote (rapport carbone/azote élevé). La couche de matière fraîche ne doit pas être trop épaisse, afin que sa température n'augmente pas comme dans un tas de compost traditionnel. Le fumier de cheval, le foin, la paille, les épluchures de légumes et le marc de café sont des matériaux qui conviennent.
- l'alimentation. Les vers à compost consomment chaque jour plus de la moitié de leur poids, dont 15 % sont éliminés sous forme d'excréments de vers (lombricompost).
- Suffisamment d'humidité. Les vers à compost respirant par la peau, un taux d'humidité inférieur à 50 % dans la litière est dangereux. L'humidité optimale pour le lombricompostage se situe entre 70 et 90 %.
- une aération suffisante. Les vers à compost respirent et ne peuvent pas survivre dans des conditions anaérobies (en l'absence d'oxygène).
- température contrôlée. Les vers à compost peuvent survivre à des températures aussi basses que 0°C, mais ne se reproduisent pas à des températures inférieures à 10°C et consomment peu de nourriture. La température optimale pour le lombricompostage se situe entre 20 et 25°C. À des températures supérieures à 35°C, les vers peuvent difficilement survivre.

D'autres paramètres sont également importants pour le développement des vers à compost :

- pH. Les vers peuvent survivre dans une gamme de pH allant de 5 à 9, la gamme idéale se situant entre 7,5 et 8,0.

- Teneur en sel. Les vers sont très sensibles aux sels et préfèrent une salinité inférieure à 0,5 %.
- Parmi les autres contaminants toxiques pour les vers à compost, citons les vermifuges (souvent présents dans le fumier de cheval), les détergents et certains produits chimiques et pesticides, ainsi que les tanins présents dans certains arbres, tels que les conifères.

5.4 Installation d'un système de lombricompostage

En principe, il existe deux systèmes de lombricompostage différents : le lombricompostage vertical et le lombricompostage itinérant.

Dans le système vertical, les matières fraîches sont ajoutées par couches successives en commençant par le bas du lombricomposteur. Une fois que la couche inférieure de matière a été digérée, les vers à compost se déplacent vers les couches supérieures de matière organique plus fraîche. Pour récolter le lombricompost mûr, soit le lombricomposteur est équipé d'un fond mobile perforé, soit la partie supérieure du lombricomposteur (contenant les vers à compost) est déplacée dans un nouveau lombricomposteur adjacent pour récolter le lombricompost dans les couches inférieures. Il est important d'ajouter régulièrement des matières fraîches au lombricomposteur, en fonction du rythme de digestion des vers. Si l'on en ajoute trop, le matériau peut se réchauffer ou se compacter, ce qui entrave l'activité des vers à compost.

Dans le système itinérant, un tas de 30 à 40 cm de résidus organiques à traiter est constitué et inoculé avec des vers à compost. Des matières fraîches sont ensuite ajoutées d'un côté du tas. Lorsque les vers à compost ont digéré la première tranche de matériau, ils passent aux parties plus fraîches. La première tranche de lombricompost peut alors être récoltée.

Pour les deux systèmes, une fois la production lancée, la population de vers à compost s'adapte aux intrants traités. Si aucun problème ne survient, il n'est pas nécessaire d'ajouter des vers. Les apports de matières fraîches doivent être adaptés à la vitesse de travail des vers.

Lors de la mise en place d'un système de lombricompostage, il faut ajouter des vers. Les vers peuvent être trouvés dans d'autres systèmes de lombricompostage ou dans la nature, par exemple dans la litière fraîche d'un champ ou d'une forêt, ou dans un tas de fumier. Jusqu'à ce que la population de vers se soit développée, il convient de n'ajouter que des quantités modestes de matières fraîches.

5.5 Gestion du lombricompostage

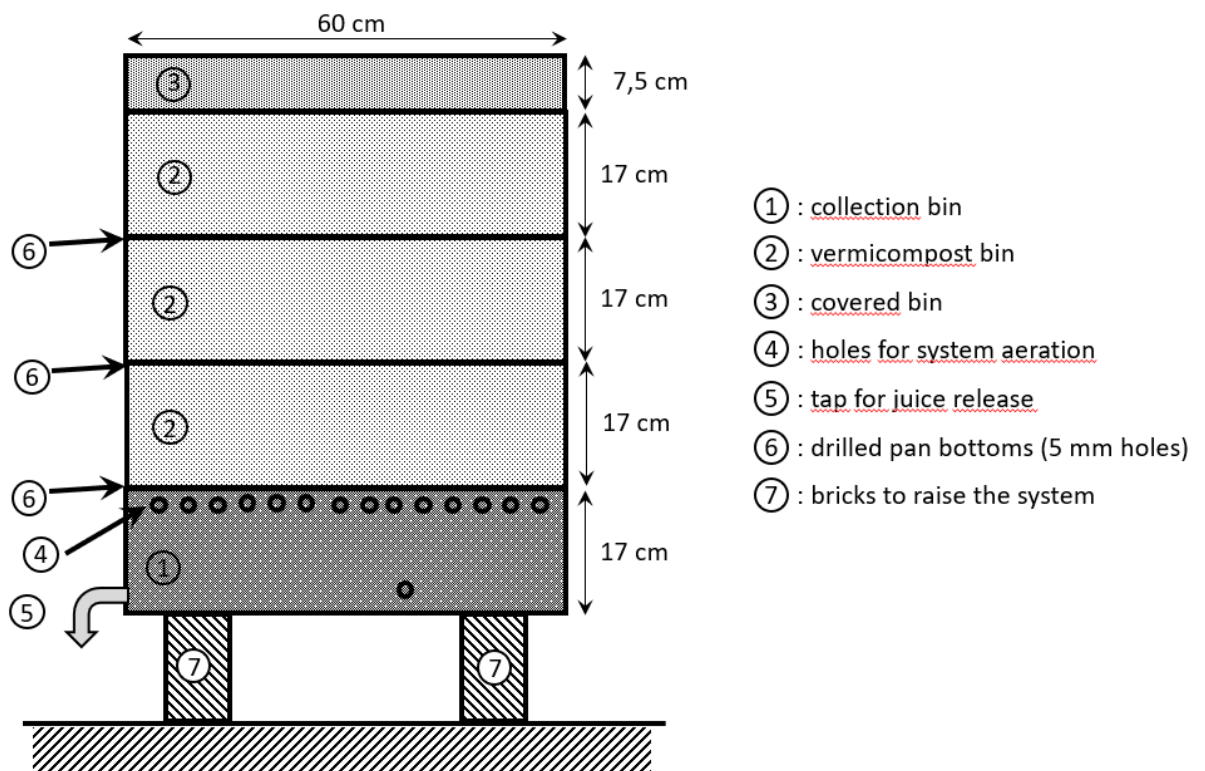
Les vers à compost ont un cycle de multiplication de 2 à 3 mois. Ainsi, lors de la mise en place de votre système, si vous ne pouvez pas obtenir de grandes quantités de vers, commencez lentement. La quantité de matière fraîche ajoutée doit être adaptée à la capacité de multiplication des vers. Après quelques mois, si le système est correctement mis en place, la population de vers deviendra très importante et la capacité du système le sera également.

Il est important de maintenir un taux d'humidité adéquat. Le matériau doit être bien humidifié pour permettre une bonne activité des vers, mais pas trop, sinon le matériau ne

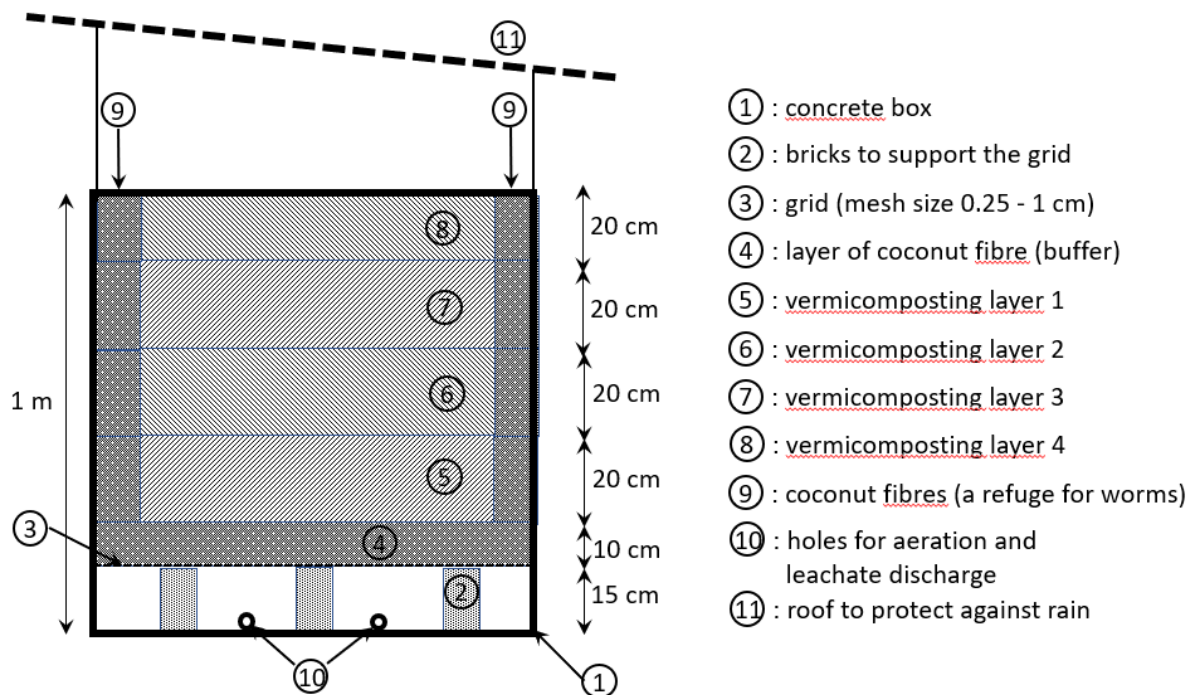
s'aérera pas correctement et les vers se dessècheront. Le test du poing (chapitre 3.2c) peut également être appliquée pour réguler cette humidité.

Pour assurer une bonne aération du matériau et le drainage des jus excédentaires, il est conseillé, dans les systèmes à succession verticale de couches, d'installer une grille ou un plancher perforé sur le fond du matériau pour permettre l'écoulement des jus excédentaires et la pénétration de l'air. Le jus excédentaire peut être utilisé comme engrais liquide.

L'ajout d'environ 5 à 10 % de terre fine et sèche à la matière fraîche est bénéfique pour le processus. Cela permet de tamponner le système et de favoriser l'activité des vers.



Exemple de système de lombricompostage domestique avec 3 bacs de compostage. Lorsque le bac supérieur est rempli de matières fraîches, le bac inférieur, qui contient le lombricompost mûr, peut être vidé et renvoyé au sommet du système.



Exemple de système de lombricompostage en boîtes. La matière fraîche est ajoutée par couches de 20 cm. En raison du volume réduit du matériau, une couche de 20 cm de matériau frais peut en fait être ajoutée 6 à 7 fois. Lorsque la couche supérieure est pleine, les 30 à 40 cm supérieures de la boîte (contenant les vers) sont transférées dans une nouvelle boîte, le matériau restant constituant le lombricompost mûr qui peut être récolté.

5.6 Caractéristiques du lombricompost

Par rapport au compost traditionnel, le lombricompost est, suivant les intrants utilisés, riche en éléments fertilisants, notamment en azote minéral assimilable par les plantes (principalement le nitrate). Ceci est dû d'une part aux intrants utilisés (matières premières pauvres en lignine et riches en éléments fertilisants), et d'autre part au fait que le lombricompostage ne comporte pas de phase thermique, au cours de laquelle une partie de l'azote minéral est perdue sous forme gazeuse (ammoniac).

Le lombricompost doit donc être utilisé comme un engrais organique, et en quantités modérées pour éviter la surfertilisation et les pertes d'engrais par lessivage.

Le lombricompost se caractérise également par une activité microbologique élevée, qui a une influence positive sur la fertilité du sol et la croissance des plantes.

Le point le plus important à garder à l'esprit est l'aspect hygiénique du lombricompost. Contrairement au compostage traditionnel, le lombricompost ne passe pas par une phase thermique, de sorte que la destruction des mauvaises herbes ou des agents pathogènes n'est pas garantie à 100 %. C'est pourquoi il est important de choisir des intrants qui ne posent pas de problème à cet égard. Il est également possible de soumettre les intrants à une courte phase thermique (pré-compostage de 10 à 15 jours) avant de les introduire dans le système.

de lombricompostage, ce qui entraînera certainement une perte d'azote, mais garantira un produit final irréprochable du point de vue de l'hygiène.

5.7 Thé à base de lombricompost

Le lombricompost peut également être utilisé pour produire du thé de compost, qui sert à fortifier les plantes en leur apportant des nutriments et des microbes bénéfiques.

La production de thé de lombricompost est relativement simple. Le compost est placé dans un sac perméable (par exemple, un tissu de gaze) et placé pendant un ou deux jours dans de l'eau (par exemple, de l'eau de pluie ou de ruisseau). Cette eau peut également être aérée pendant l'incubation à l'aide d'une petite pompe d'aquarium, mais cela n'est pas absolument indispensable. Si le lombricompost est d'une qualité irréprochable et ne contient pas de pathogènes, l'ajout d'un peu de sucres simples (par exemple de la mélasse) peut favoriser la croissance de micro-organismes utiles dans le sol.

Le thé de compost est généralement dilué (1:4) avant d'être utilisé. Il peut ensuite être utilisé pour arroser les plantes ou pour pulvériser les feuilles.

Il est conseillé de faire vos propres tests avec le thé de lombricompost que vous avez produit, afin d'optimiser son utilisation dans les meilleures conditions possibles.

6. Planification et réalisation d'une compostière

L'utilisation de composts de qualité permet d'améliorer et de maintenir la fertilité du sol et de fournir une nutrition optimale aux plantes. Elle contribue à augmenter la quantité de la production de légumes, ainsi que la qualité des produits. Les composts améliorent la structure du sol et la rétention d'eau, ainsi que la résistance aux maladies de certaines plantes, et sont donc importants pour la réussite des producteurs.

Toutefois, ces effets positifs du compost ne peuvent être obtenus que si:

- la qualité des produits est irréprochable
- le choix du compost utilisé est en adéquation avec les usages et les effets recherchés
- la stratégie d'utilisation est correcte

En fonction des matières premières et de la gestion du processus, tous les composts n'ont pas les mêmes caractéristiques et donc le même effet sur les sols et les plantes. D'autre part, chaque utilisation du compost a des exigences différentes. Il est crucial de choisir le compost approprié et le concept d'application pour les besoins spécifiques de la situation particulière (culture, caractéristiques du sol, période d'application, effets souhaités, ...).

Une bonne relation entre le producteur et l'utilisateur de compost est la clé d'une mise en œuvre réussie du compost dans les systèmes agricoles.

6.1 Planification d'une compostière

Une bonne planification d'une installation de compostage permet d'obtenir la bonne installation pour la bonne situation et les bons objectifs. Chaque situation étant différente,

chaque installation de compostage possède ses propres caractéristiques. Même si la base générale de la planification est universelle. La planification d'une installation de compostage ne se limite pas aux aspects techniques, mais doit également inclure le concept général de sa gestion et les aspects socio-économiques locaux.

Les différents aspects à prendre en compte lors de la planification d'une installation de compostage sont les suivants :

- Déchets organiques à traiter
- Débouchés pour le compost produit
- Espace disponible
- Situation géographique
- Ressources disponibles (machines, ressources humaines, capacité financière)
- Réglementation du pays

Lors de la planification d'une installation de compostage, il est souvent nécessaire de faire des compromis afin de répondre au mieux aux différentes exigences. Il est donc judicieux d'étudier et de quantifier plusieurs alternatives avant de prendre une décision. En outre, il est conseillé de prévoir un concept d'installation de compostage qui puisse être optimisé, étendu ou repensé ultérieurement, afin de s'adapter à l'évolution de la situation.

a. Déchets organiques à traiter

Le premier point essentiel à clarifier est celui des restes organiques (matériaux) qui sont disponibles ou qui peuvent être organisés et que l'on souhaite composter. L'objectif est de produire des mélanges de départ parfaitement adaptés au compostage. Cela signifie un rapport C:N compris entre 30 et 40 et une structure de mélange qui permet à l'air de circuler sans être trop lâche. Si les matériaux disponibles sont trop unilatéraux (par exemple, un type de matériau représente environ 90 %), il peut s'avérer nécessaire d'organiser d'autres apports pour équilibrer le mélange de départ. Le mélange de départ finalement disponible influencera également le choix du système de compostage.

La planification d'une installation de compostage doit être axée sur une année complète. En effet, les arrivées des différents intrants varient souvent en quantité au cours de l'année. Certains, comme les produits du bois, peuvent être stockés pendant de longues périodes, tandis que d'autres, sans structure (comme les déchets végétaux), doivent être traités le plus rapidement possible. Il faut donc créer des stocks de déchets stockables afin de pouvoir préparer des mélanges de départ appropriés dès que les matériaux non structurés arrivent à l'installation de compostage.

Pour planifier et réaliser ces mélanges, il est nécessaire de savoir quel matériau est disponible à quel moment de l'année. Pour ce faire, un tableau doit être créé avec les différents matériaux qui peuvent être disponibles par trimestre.

En général, il faut compter entre 0,8 et 1,5 m² par tonne de déchets organiques traités par an. Lorsque la quantité de résidus organiques traités est faible (1'000-2'000 tonnes par an), l'espace requis par tonne est plus important (en raison de la surface nécessaire à la circulation des machines et aux opérations à effectuer telles que le broyage et le criblage). De même, plus les produits fabriqués sont élaborés (comme la production de terreau), plus la demande d'espace est importante.

Les différents types de systèmes de compostage, avec leurs possibilités et leurs limites, sont présentés au chapitre 1.1.

Dans de nombreux cas, un système de compostage avec de petits andains de compost est bien adapté. Il s'agit d'un système très flexible qui peut être adapté, grâce à une gestion appropriée du processus, à différents mélanges de départ. Selon la taille du système, il est possible de traiter des quantités d'intrants allant de 2 000 à plus de 30 000 tonnes par an. En fonction de l'évolution de la situation, une telle installation peut être agrandie sans trop de problèmes.

Nous prendrons donc ce système comme exemple pour la planification d'une usine de compostage et considérerons une quantité de matières entrantes de 5 000 tonnes/an.

Pour le traitement d'environ 5000 tonnes de déchets organiques par an (y compris l'espace de stockage du compost produit), une surface d'environ 7500 m² est nécessaire. Cette surface doit être dure pour faciliter le travail de compostage et limiter les risques pour l'environnement.

Une installation de compostage doit comporter les éléments suivants :

1. Espace pour l'élimination des déchets organiques. Cet espace doit être divisé pour permettre le traitement séparé des différents intrants. Au minimum, il convient d'établir une séparation claire entre les matériaux structurants (tels que les matériaux ligneux), qui peuvent être stockés pendant une longue période, et les déchets non structuraux qui doivent être traités à court terme.
2. Espace pour la réalisation des mélanges de départ. C'est l'endroit où les intrants structurés sont déchetés et mélangés à des matériaux non structurés.
3. Espace pour les andains. C'est ici que le compostage proprement dit a lieu. Cette partie du carré doit avoir une pente de 2 à 3 % parallèle aux andains afin que l'eau de pluie puisse s'écouler en cas de fortes précipitations. Si cela est techniquement et financièrement possible, couvrir la zone des andains serait un grand avantage pour la gestion du processus et permettrait également de collecter l'eau de pluie qui tombe sur le toit, ce qui peut être utilisé pour réguler l'humidité des andains.
4. Un espace couvert pour le stockage du compost produit. Ces composts matures sont très sensibles aux aléas climatiques et doivent donc y être protégés pour garantir la qualité des composts jusqu'à leur utilisation. Entre l'emplacement des andains et la zone de stockage du compost, une surface suffisante doit être prévue pour le tamisage des composts.
5. Un bureau permettant d'installer un petit laboratoire est nécessaire pour gérer les opérations de l'usine de compostage et effectuer les travaux nécessaires pour garantir la qualité des produits. Selon le concept de collecte des déchets, une balance peut également être nécessaire.

Un schéma d'une installation de compostage est présenté dans la fig. 2.1. Bien entendu, une planification précise du site ne peut être effectuée que lorsque la situation exacte est connue et évaluée.

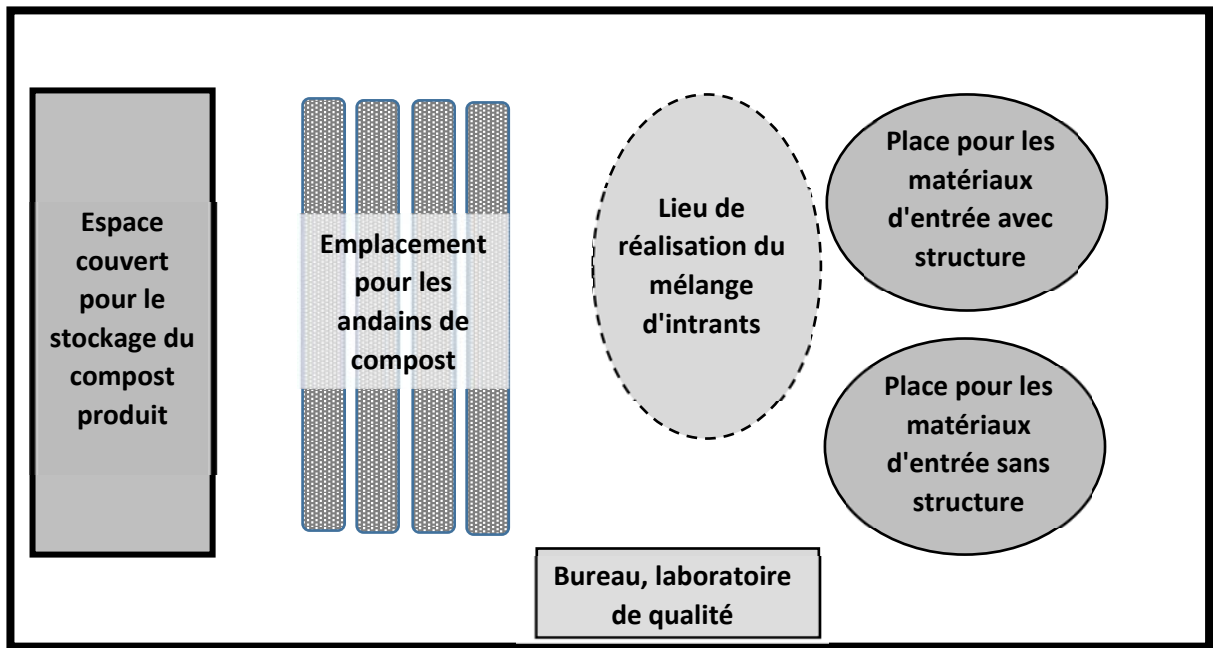


Schéma de l'organisation d'une installation de compostage.

d. Infrastructures nécessaires

Outre la construction de la place de compostage elle-même décrite dans le chapitre précédent, diverses infrastructures sont nécessaires au compostage. Dans ce document, nous ne détaillerons pas le "petit matériel" nécessaire tel que les thermomètres ou les infrastructures de laboratoire. Seules les machines plus coûteuses, nécessaires aux usines traitant plusieurs dizaines de tonnes de déchets organiques par an, sont abordées ici.

Les trois machines les plus importantes sont la chargeuse, le broyeur et la brasseuse. La deuxième priorité (suivant les débouchés prévus pour les composts et les intrants traités) est une cribleuse, et la dernière priorité est une machine pour le conditionnement des produits finis.

Chargeuse

Une chargeuse est nécessaire pour manipuler les matériaux traités. Un tracteur frontal est probablement la solution la plus appropriée pour commencer, car ce tracteur pourrait également être utilisé pour brasser des tas de compost avec une brasseuse tractée par tracteur. Toutefois, le tracteur doit avoir une puissance suffisante pour effectuer ce travail.

Broyeur

Un broyeur est nécessaire pour défibrer les matériaux structurants tels que les branches d'arbres ou d'arbustes. Un point important est que cette machine ne coupe pas les produits, mais qu'elle les broie. En effet, seuls les produits ligneux bien défibrés peuvent être attaqués

par les microorganismes lors du compostage. La dimension du broyeur doit être adapté à quantité de matière traitée. Suivant les situations, il est aussi possible de louer les services d'une entreprise spécialisée pour réaliser de travail.



Exemple de tracteur avec frontal et de chargeuses.



Exemples de broyeurs pour une usine de compostage.

Brasseuse

Pour produire un compost de qualité, une brasseuse retourneur est un investissement important. Pour commencer, une brasseuse tractée par un tracteur est certainement une solution avantageuse. Il faut choisir un modèle capable de retourner des andains d'une hauteur de 2 mètres. Il est également important, lors du choix de cette machine, de bien se renseigner sur ses exigences en matière de questionnement du tracteur (ces deux machines doivent fonctionner ensemble). Il est également avantageux que cette machine dispose d'un système de mise en place et de livraison du géotextile utilisé pour recouvrir les andains de compost (si l'espace de compostage n'est pas couvert). L'inconvénient d'une brasseuse tractée est qu'elle nécessite un espace de compostage plus grand, car tous les deux andains, un espace vide doit être laissée pour permettre le passage du tracteur.

Il est bien sûr possible d'utiliser une brasseuse autotractée, mais elle est beaucoup plus coûteuse. Elle permet toutefois de gagner de la place sur le site de compostage.

Si l'achat d'une brasseuse de compost n'est pas possible au début du projet, le compost peut être retourné à l'aide d'une chargeuse, en prenant soin de briser les mottes de compost lors de cette opération. Cependant, la qualité du travail effectué avec une chargeuse n'atteint jamais celle du travail effectué avec une vraie brasseuse, et demande en outre plus de travail.



Exemple d'une brasseuse tractée par tracteur et de brasseuses autotractées

Cribleuse

Un système artisanal est possible. Cependant, les tamis à tambour ou à étoiles sont disponibles dans une variété de tailles, qui peuvent être sélectionnées en fonction des dimensions de l'usine de compostage prévue. La dimension des mailles doit également être choisie en fonction des produits finaux à commercialiser.



Exemples de cribleuses : tamis artisanaux (en haut à gauche), tamis à étoiles (en haut à droite) et tamis à tambour rotatif (en bas).

En ce qui concerne le choix des machines, il convient de tenir compte des éléments suivants :

- Dimensionnement de la machine en fonction de la quantité de matière traitée
- Choisir une technologie éprouvée
- Qualité et solidité de la machine
- Possibilité de service après-vente (entre autres disponibilité des pièces) dans le pays
- Prix de la machine (transport compris)

Il est conseillé, si possible, de tester la machine avant son achat. Ceci est particulièrement recommandé pour la broyeuse, afin de voir le résultat obtenu à sa manière (qualité du défibrage, possibilité de réglage de la machine (taille de la broyeuse), prestation horaire de la machine, etc.)

e. Documents d'exploitation

Les documents d'exploitation sont des aides particulièrement importantes pour une usine de compostage. Ils contribuent activement à la production de produits de qualité constante et à l'optimisation des processus de l'usine. Ils constituent une preuve de qualité tant pour le directeur de l'usine que pour l'acheteur de compost.

Les documents les plus importants pour la gestion d'une installation de compostage sont le registre des déchets organiques livrés, le registre des produits sortants et surtout le protocole de contrôle du processus. Ce dernier est essentiel pour optimiser la gestion du processus lui-même.

Le protocole de contrôle des processus décrit l'activité principale d'une installation de compostage. Il constitue la base de la gestion du compostage et de l'assurance qualité. Il doit

être rempli pour chaque lot. C'est pourquoi les différents lots doivent être clairement numérotés et suivis depuis leur mise en place jusqu'à la commercialisation du compost produit (voir chapitre 3.3.e).

7. Expérimentation dans le domaine du compostage

Les réalisations d'essais est un élément important de l'optimisation des processus de compostage et de l'utilisation du compost produit. Dans le contexte du compostage, il y a deux niveaux principaux d'essais à prendre en considération :

- essais pour optimiser les processus de compostage
- des essais pour optimiser l'utilisation du compost produit.

Outre l'objectif d'optimisation, les essais ont également un rôle important à jouer dans la communication avec les différentes parties impliquées dans le système, depuis les municipalités et les composteurs jusqu'aux agriculteurs et aux citoyens.

7.1 Essais d'optimisation des processus de compostage

Afin d'optimiser le processus de compostage, différents essais peuvent être proposés. D'autres essais doivent être planifiés ultérieurement sur la base des résultats obtenus par ces essais. Quelques exemples d'essais sont présentés ici. Ils peuvent être réalisés dans un composteur d'essai ou dans une ferme équipée d'un système de compostage en andains.

a. Exemple 1 : Optimisation de la gestion des matières premières

Les différents types de matières premières présentes doivent être mélangés afin d'obtenir un rapport C:N optimal et une structure appropriée pour le processus de compostage. On peut s'attendre à ce que les matières riches en carbone n'utilisent probablement pas beaucoup d'azote au début du processus et que l'excédent d'azote soit perdu sous forme de gaz ammoniacaux au cours de la première phase du processus. Une possibilité de réduire les pertes d'azote pourrait consister à n'ajouter au mélange qu'une partie des matières riches en azote au début du processus, et le reste trois ou trois semaines plus tard, lorsque les matières riches en carbone sont déjà partiellement dégradées et donc capables de fixer l'azote.

Les questions auxquelles il faut répondre dans le cadre de cet essai sont les suivantes :

- Le processus de compostage peut-il être amélioré par une gestion optimisée des matières premières ?
- Les pertes d'azote peuvent-elles être réduites par une gestion optimisée des matières premières ?
- La qualité du compost produit peut-elle être améliorée par une gestion optimisée des matières premières ?

Deux traitements peuvent être comparés :

- T1: Mélange de départ avec tous les matériaux mélangés au début du processus. Pas d'ajout d'autres matériaux pendant le reste du processus.
- T2: Mélange de départ avec seulement la moitié de la quantité de matière riche en azote au début du processus. Après 3 semaines, ajout de la seconde moitié de la matière riche en azote.

b. Exemple 2 : Amélioration du processus de compostage grâce à l'inoculation de micro-organismes spécifiques

L'inoculation de micro-organismes spécifiques, tels que ceux qui décomposent la cellulose ou la lignine, ou ceux qui ont des effets antagonistes sur les pathogènes, pourrait potentiellement améliorer le processus de compostage et la qualité du produit fini. Toutefois, le moment choisi pour ajouter les différents micro-organismes pourrait influencer leur effet positif. On peut s'attendre à ce que les micro-organismes impliqués dans le processus de compostage lui-même et qui sont résistants aux températures élevées soient plus bénéfiques lorsqu'ils sont appliqués au début du processus, alors que, par exemple, les antagonistes ayant une faible résistance à la chaleur seraient plus bénéfiques lorsqu'ils sont ajoutés au compost au cours de la phase de maturation. Des tests doivent être effectués pour optimiser l'utilisation des micro-organismes spécifiques choisis.

Les questions auxquelles il faut répondre dans le cadre de cet essai sont les suivantes :

- L'inoculation de micro-organismes spécifiques peut-elle améliorer le processus de compostage et la qualité du compost produit ?
- Quel est le meilleur moment du processus pour ajouter les micro-organismes sélectionnés ?
- Peut-on améliorer la suppression des maladies par l'ajout d'antagonistes sélectionnés ?

Trois traitements peuvent être comparés pour un micro-organisme ou un complexe de micro-organismes :

- T1: Compostage du mélange de départ sans ajout de micro-organisme spécifique.
- T2: Compostage du mélange de départ avec ajout de micro-organismes spécifiques au début du processus.
- T3: Compostage du mélange de départ avec ajout de micro-organismes spécifiques pendant la phase de durcissement.

c. Exemple 3 : Optimisation de l'intervalle de virage

Le retournement du compost est une opération importante pour assurer un bon processus de compostage. Cependant, l'intervalle de retournement doit être adapté au système de compostage et à la matière première qui est compostée. Si les andains sont retournés trop souvent, des pertes d'azote (ammoniac) et d'humidité se produisent. Si l'andain de compost n'est pas assez retourné, l'homogénéité du processus ne peut plus être assurée, et il y a un risque d'apparition de lieux anaérobies dans l'andain, ce qui peut avoir une influence négative sur la qualité du compost.

Les questions auxquelles il faut répondre dans le cadre de cet essai sont les suivantes :

- Quelle est l'intensité optimale de retournement des andains pour :
 - obtenir un compost de haute qualité,
 - éviter les pertes d'azote au cours du processus de compostage, et
 - éviter le travail et les coûts inutiles

Trois traitements peuvent par exemple être comparés :

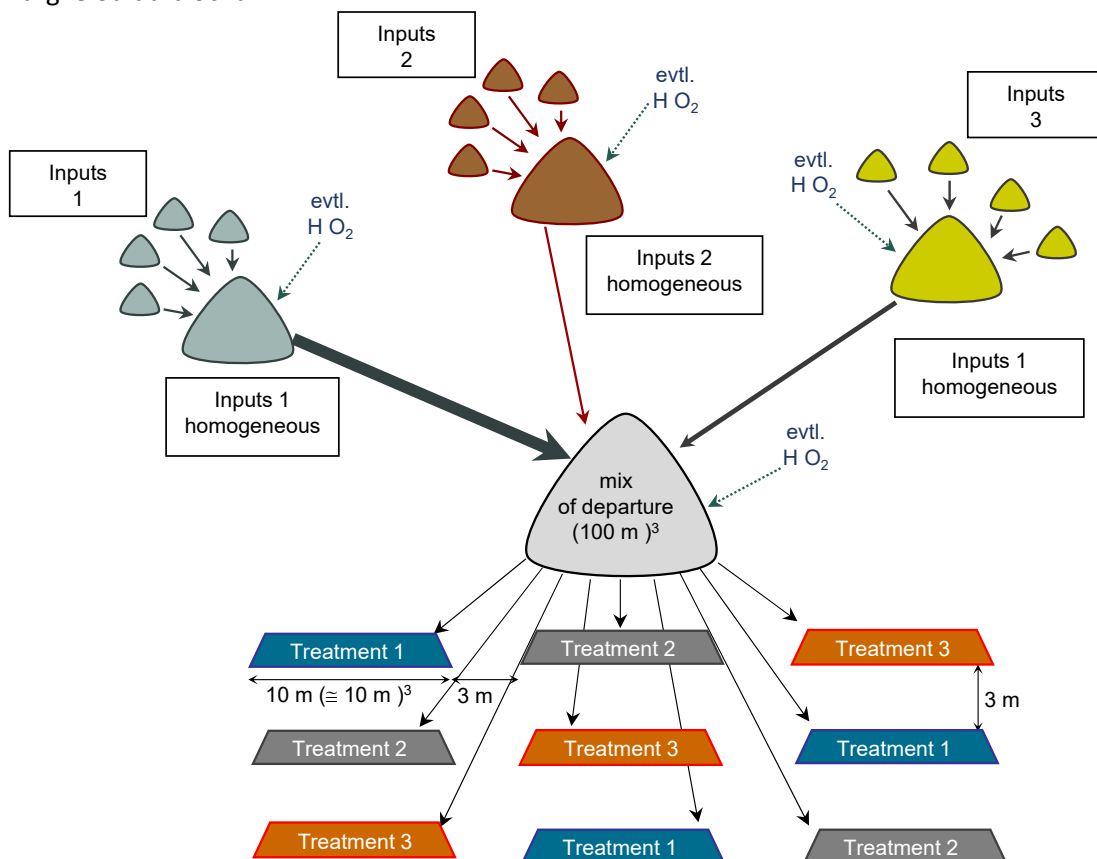
- T1: Andains avec intervalle de retournement : 3 jours.
- T2: Andains avec un intervalle de retournement de 1 semaine.
- T3: Andains avec un intervalle de retournement de 2 semaines.

7.2 Méthodologie pour la réalisation d'essais de compostage

En général, des tests pratiques simples peuvent être réalisés sans répétition pour aller au fond de la question posée. Si nous voulons obtenir des réponses plus précises à nos questions, nous préférons les tests exacts avec répétition.

Dans tous les cas, il est préférable de ne modifier qu'un seul paramètre entre les variantes testées, sinon il n'est guère possible d'évaluer la cause des différences obtenues. Pour obtenir des résultats pertinents, il est important de travailler avec précision et de documenter toutes les opérations effectuées et toutes les mesures et observations réalisées. Un point important lors des essais de compostage est la taille des tas. Celle-ci a une influence majeure sur le processus de compostage, en raison des changements de température et d'aération du tas. Par exemple, les résultats obtenus avec des tas de 50 litres ne peuvent pas être exportés vers des tas de 50 m³. Pour que les tests soient pertinents pour le compostage pratique, un minimum de 3 à 5 m³ par tas d'essai devrait être considéré, et plus tard, les variantes les plus prometteuses devraient être testées à nouveau dans les conditions pratiques rencontrées dans l'installation de compostage en question.

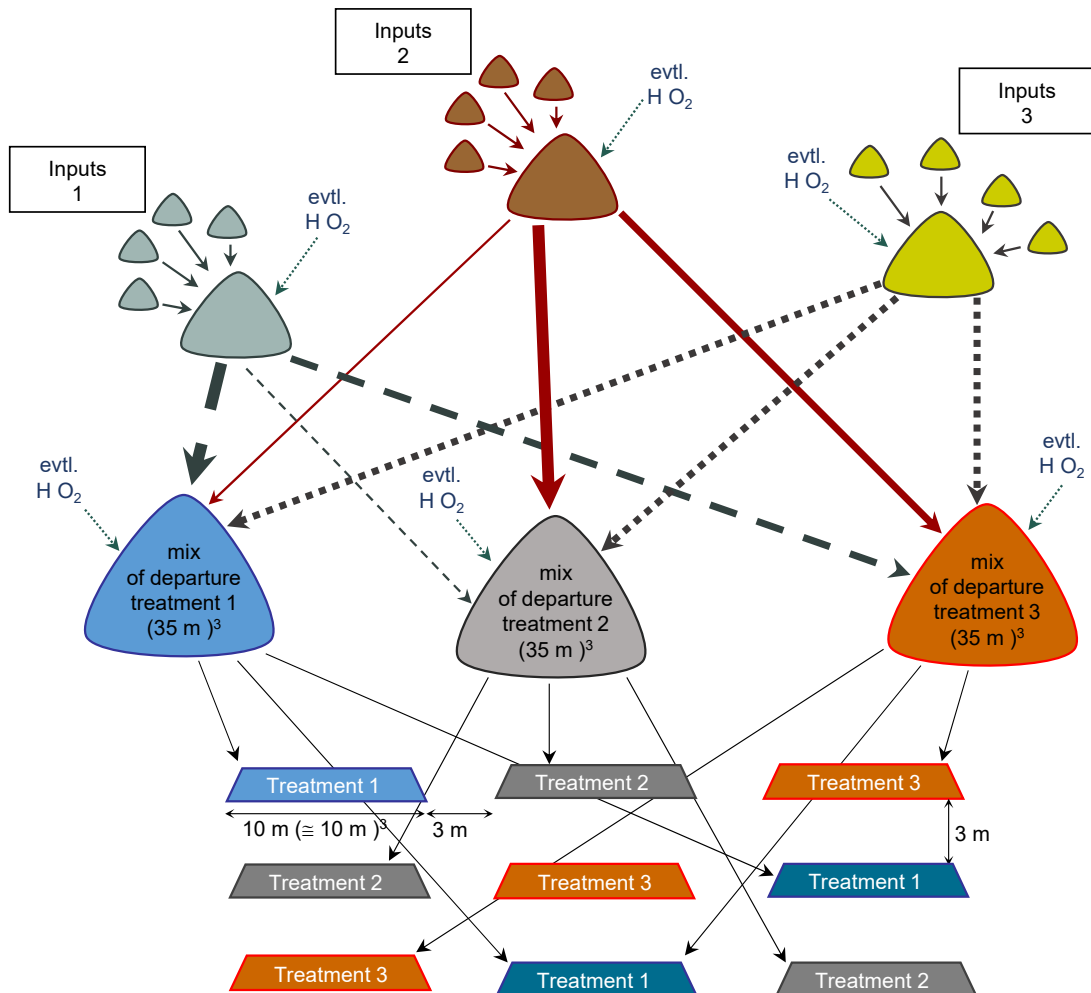
Si le mélange de départ est le même pour les différents traitements, un mélange homogène doit être préparé en quantité suffisante pour tous les traitements (+ environ 10% de réserve), puis réparti entre les différents traitements. Attention au mélange : 1 m³ de produit A + 1 m³ de produit B ne donne pas 2 m³. En effet, le matériau le plus fin peut pénétrer dans les pores du matériau le plus grossier et "disparaître". C'est typiquement le cas lorsqu'on ajoute de l'argile ou du biochar fin.



Essai de compostage exact avec le même mélange de départ pour tous les traitements

Si différents mélanges doivent être comparés, un mélange homogène par traitement doit être préparé pour toutes les répétitions, puis réparti entre les différentes répétitions.

Le processus de compostage doit faire l'objet d'un suivi intensif, avec des protocoles précis, en particulier pendant les dix premières semaines du processus.



Essai de compostage exact avec différents mélanges de départ

Les niveaux d'humidité doivent être contrôlés tout au long du processus.

Les échantillons de compost à analyser doivent normalement être prélevés au moins deux fois au cours du processus : à la fin de la phase chaude (lorsque la température commence clairement à baisser) et lorsque le compost a atteint sa maturité (la température n'augmente pratiquement pas au cours des deux jours qui suivent le retournement du compost). La méthode la plus efficace consiste à prélever des échantillons immédiatement après le retournement du compost. Pour obtenir un échantillon homogène et représentatif, 20 sous-échantillons de 500 à 1'000 ml sont prélevés à différents endroits du tas de compost et bien mélangés. La quantité de compost nécessaire est ensuite prélevée dans ce mélange.

Les analyses doivent être effectuées sur place dès que possible après l'échantillonnage. S'il n'est pas possible de procéder à une analyse le jour même, les échantillons doivent être conservés à 4 °C jusqu'à ce que l'analyse puisse être effectuée.



Vue d'un essai d'optimisation du processus de compostage au moment où les échantillons sont prélevés pour analyse.

7.3 Essais d'optimisation de l'utilisation du compost produit

Avant de commencer une expérience d'utilisation du compost, il convient de définir clairement la question spécifique à laquelle il faut répondre, car elle influencera la conception et l'organisation de l'essai : influence du compost sur la structure du sol, effet fertilisant du compost, lutte contre les maladies des plantes, ...

Il est également nécessaire de définir si l'essai a un but de démonstration ou s'il est destiné à produire des données ayant une valeur statistique pertinente.

Dans les essais d'application du compost, on peut également faire une distinction entre les essais en pot (qui permettent de tester un nombre relativement important de variantes sur de petites surfaces et moyennant un investissement raisonnable en termes de travail et de coûts) et les essais en plein champ (qui permettent de tester un nombre relativement important de variantes sur de grandes surfaces et moyennant un investissement raisonnable en termes de travail et de coûts).

Dans les essais d'application de compost, on peut également faire une distinction entre les essais en pot (qui permettent de tester un nombre relativement important de variantes sur de petites surfaces, moyennant un investissement raisonnable en termes de travail et de coûts) et les essais en plein champ (qui ont une bonne pertinence pratique, mais qui ne permettent pas de tester un grand nombre de variantes et qui nécessitent beaucoup de travail et de soins).

a. Conditions générales pour la réalisation d'expériences d'épandage de compost sur le terrain

Le site sur lequel l'expérience sera réalisée doit être homogène. Le choix du site doit être en rapport avec la question à étudier ; cela signifie, par exemple, qu'il doit être soumis à des attaques de maladies si l'on veut étudier l'effet suppressif des composts.

Le sol dans lequel l'expérience est réalisée doit également être analysé (type de sol, texture, teneur en matière organique, N, P, K, Mg, Ca, etc.) Les composts utilisés doivent également être bien caractérisés afin de pouvoir comparer les résultats de différentes expériences.

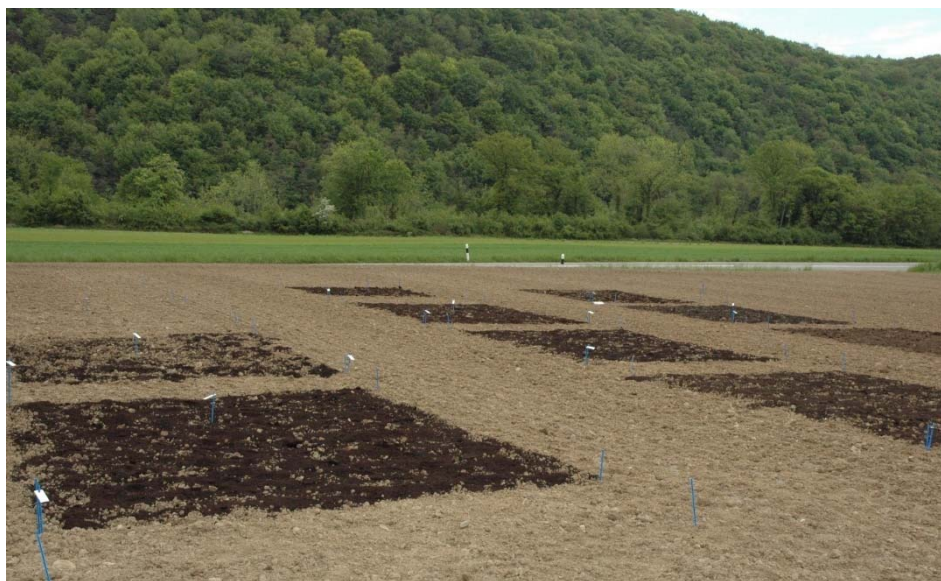
Si l'objectif n'est pas seulement de répondre à des questions sur la fertilisation, il est important d'avoir un traitement standard (un contrôle N, P, K, Mg) en plus d'une parcelle de référence non traitée. Pour les autres questions, les parcelles de contrôle doivent généralement être fertilisées, avec des engrais commerciaux, au même niveau que les engrais fournis par le compost.

b. Conception d'expériences en plein champs

Pour les expériences d'une seule saison, un plan standard avec quatre répétitions peut être utilisé.

Dans les expériences qui durent plusieurs années (par exemple pour évaluer l'effet du compost sur la structure du sol), les parcelles doivent être plus grandes pour éviter de mélanger les sols des différents traitements. Les zones tampons, dans lesquelles aucune mesure n'est prise, sont plus importantes que dans les expériences à court terme. Pour les expériences de plusieurs années, des échantillons de sol de toutes les parcelles doivent être prélevés et analysés avant le début des travaux.

Pour les expériences de démonstration, des parcelles plus grandes, sans répétition, sont généralement utilisées (par exemple, la moitié du champ avec du compost, la moitié du champ avec un engrais de référence ou avec la pratique habituelle de l'agriculteur).



Vue d'un essai d'application comparant différents composts.

c. Essais en pot

Les essais en pots permettent de tester un grand nombre de variantes, y compris des variantes extrêmes sans importance pratique, afin d'étudier les limites et les risques des composts produits.

Ces essais sont également de bons outils de communication et de formation pour les personnes concernées et les agriculteurs. Comme le montre la figure 3.5, nous pouvons démontrer au personnel et aux agriculteurs qu'il existe un optimum dans les quantités de composts utilisées et que des quantités plus importantes sont préjudiciables aux plantes (surfertilisation, salinité, etc.).



Expérience de démonstration en pot sur l'influence de l'application de compost sur la croissance du chou (par TakaTakaSolutions, Nairobi, Kenya).

Comme pour les essais sur le terrain, il est important que le sol ou le substrat du mélange de base soit homogène tout au long de l'essai. Le compost ou d'autres produits (par exemple des engrais commerciaux) sont ensuite ajoutés à ce mélange de base.

Pour pouvoir évaluer les résultats, un minimum de 6 pots par variante doit être utilisé.



Vue d'une expérience visant à tester l'effet de différents composts sur la croissance des plantes (projet REPIC en Côte d'Ivoire).

À gauche : essais en pots. À droite : essais en plate-bande.

d. Documentation et utilisation des expériences sur les plantes

Pour être utiles, les essais doivent être bien documentés et les protocoles précis doivent être soigneusement suivis. La documentation photographique (avec un étiquetage approprié des photos) des essais est également fortement recommandée. Cela s'applique également aux essais de démonstration et aux essais qui n'ont pas fonctionné. En fait, l'évaluation des échecs nous aide à progresser dans l'optimisation des composts et de leurs utilisations.

Les essais sur les plantes demandent beaucoup de travail, il est donc important de bien les préparer et de les suivre afin d'amortir l'énergie utilisée pour les réaliser. Pour réussir, un essai doit être soigneusement planifié : choix du champ ou de la terre en fonction des objectifs visés, choix des variantes (y compris choix des témoins), choix des cultures, des semences ou des plants, mesures à prendre pour protéger l'essai (par exemple, filets pour protéger l'essai contre les insectes ou les oiseaux), etc.

Au minimum, les points suivants doivent être documentés dans le protocole :

- Calendrier précis des opérations (date de préparation du sol, date de semis ou de plantation, date des inspections, dates d'arrosage ou d'autres actions effectuées, etc.)
- Lieu du test
- Personnes responsables et impliquées dans le procès
- Type de sol ou de substrat utilisé
- Taille de l'essai (surface, taille du pot, nombre de pots, etc.)
- Plan d'essai (en particulier pour les essais sur le terrain)
- Variétés testées
- Plantes (variété, origine des semences ou des plants)
- Nombre de plantes par m² ou par pot
- Observations générales faites au cours du procès
- Données de mesure (hauteur des plantes, poids, évaluation des maladies, mortalité, etc.)

Outre les données permettant d'optimiser les opérations de compostage et l'utilisation des composts produits, les essais sont d'excellents outils de communication et de formation pour les acteurs concernés (fournisseurs de déchets, personnel des usines, municipalités, etc.) et pour les utilisateurs potentiels des composts produits (agriculteurs, conseillers agricoles, coopératives, particuliers, etc.)

Diverses activités d'information, y compris des visites d'essai et des discussions sur les différents résultats, constituent un important forum d'échange entre les différents acteurs, améliorant la compréhension mutuelle des possibilités, des limites et des souhaits des partenaires, et permettant ainsi d'optimiser l'ensemble du système.

Les résultats obtenus doivent également être diffusés. Différents moyens sont disponibles à cet effet : affiches, fiches techniques, présentations, vidéos, articles de journaux, etc.)

8. Utilisation du compost

L'utilisation de composts de qualité améliore et maintient la fertilité du sol et fournit une nutrition optimale aux plantes. Il permet d'augmenter la quantité de la production de légumes, ainsi que la qualité des produits. Le compost améliore la structure du sol et la rétention d'eau, ainsi que la résistance aux maladies de certaines plantes, et il est donc important pour la réussite des producteurs.

Toutefois, ces effets positifs du compost ne peuvent être obtenus que si :

- • la qualité du produit est irréprochable
- • le choix du compost utilisé est conforme aux utilisations et aux effets prévus
- • la stratégie d'utilisation est correcte.

En fonction des matières premières utilisées et de la gestion du processus, tous les composts n'ont pas les mêmes caractéristiques et donc le même effet sur les sols et les plantes. De plus, chaque utilisation du compost a des exigences différentes. Il est essentiel de choisir le compost et le concept d'application appropriés aux besoins spécifiques de la situation particulière (culture, caractéristiques du sol, période d'application, effets souhaités, etc.)

Une bonne relation entre le producteur et l'utilisateur de compost est la clé d'une mise en œuvre réussie du compost dans les systèmes agricoles.

8.1 Définir les besoins en fonction des objectifs

Pour élaborer une stratégie de sélection et d'utilisation du compost, il faut d'abord définir les objectifs et les conditions d'utilisation. Pour ce faire, vous devez vous poser les questions suivantes :

- objectif principal : fertilisation des cultures ou amélioration de la fertilité du sol (teneur en humus, structure, etc.)
- culture cible pour l'utilisation du compost
- pour les cultures pérennes : application au moment de la plantation ou de l'entretien d'une plantation en rendement.

Si l'objectif premier est la fertilisation des cultures, il est préférable de choisir un compost riche en éléments fertilisants disponibles (en particulier l'azote). Il peut s'agir d'un lombricompost ou d'un compost traditionnel contenant une quantité importante de fumier.

Si l'objectif premier est d'améliorer la qualité du sol, il convient de choisir un compost relativement mûr contenant une quantité importante de matière ligneuse (comme le compost de déchets verts auquel on a ajouté du biochar).

La culture cible et le moment de l'application du compost (à la plantation ou dans le cadre de l'entretien de la culture) sont particulièrement importants pour définir les quantités de compost à utiliser, afin qu'elles correspondent aux besoins de la plante. La surfertilisation des cultures peut être tout aussi préjudiciable à leur croissance que la sous-fertilisation, et peut également avoir des effets néfastes sur l'environnement (lessivage des éléments nutritifs, émissions de gaz à effet de serre tels que le gaz hilarant, etc.)

8.2 Évaluer la qualité du compost

Pour pouvoir choisir le bon compost pour le bon usage et définir une stratégie appropriée pour son utilisation, il est essentiel d'évaluer correctement la qualité des composts disponibles. Cela constitue également une base de discussion entre le producteur et l'utilisateur de compost.

Tout d'abord, l'observation des composts avec ses propres sens (vue, odorat, toucher) permet de se faire une première idée de la qualité de base des produits (voir chapitre 4.5.b). L'étude des protocoles de traitement permet également de s'assurer que le compost a bénéficié des conditions requises pour être irréprochable sur le plan hygiénique (chapitre 3.3.e).

L'étape suivante est l'analyse chimique des composts. Bien entendu, la première chose à vérifier est que les quantités de polluants (métaux lourds, plastiques, etc.) ne dépassent pas les limites légales. L'analyse des éléments fertilisants totaux, réalisée par un laboratoire externe accrédité, est ensuite indispensable pour planifier les bilans de fertilisation et définir ainsi les quantités de produits à utiliser (voir chapitre 4.1 et 4.3).

Enfin, la teneur en azote minéral (N_{\min}) des composts permet d'évaluer leur degré de maturation et donne également une indication sur la qualité du compost. Un compost dont le rapport N_{\min}/N_{tot} est inférieur à 5% aura peu d'effet azoté à court terme, alors que c'est le cas si ce rapport est supérieur à 10%. D'autre part, un compost contenant principalement de l'ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) comme azote minéral est biologiquement jeune, alors qu'un compost mûr contient principalement du nitrate ($\text{NO}_3\text{-N}$). La présence de nitrites ($\text{NO}_2\text{-N}$) en grande quantité est le signe d'un manque d'oxygène pendant la phase de maturation ou de stockage, ce qui conduit à un compost de qualité inférieure et qui peut même être toxique pour les plantes (voir chapitre 4.5c).

8.3 Évaluation de l'équilibre de la fertilisation

Chaque plante a des besoins en engrais différents. C'est pourquoi il est nécessaire d'adapter la quantité de compost appliquée à la culture. Comme la teneur totale en éléments nutritifs des composts peut varier considérablement, il est important d'effectuer ces calculs à l'aide des analyses du compost prévu et de ne pas se fier aux valeurs moyennes trouvées dans la littérature.

Les conseillers agricoles locaux sont en mesure de définir les besoins en engrais des cultures en fonction des conditions climatiques et des types de sol. Les informations tirées de la littérature peuvent également être utiles à cet égard.

En ce qui concerne l'azote, seuls 10 % de l'azote total sont normalement pris en compte dans le bilan nutritif, le reste étant lié à la matière organique et non disponible pour les plantes à court terme.

Le lombricompost et le digestat contiennent plus d'azote minéral que le compost traditionnel. C'est pourquoi 20% de l'azote total peut être pris en compte dans l'équilibre de la fertilisation. Lors du calcul de la quantité de compost à appliquer à la culture, l'élément nutritif qui couvre en premier les besoins de la plante est le facteur déterminant. Des applications ciblées d'engrais commerciaux doivent ensuite être effectuées pour couvrir les besoins d'autres nutriments, si nécessaire (voir chapitre 4.3).

Les conseillers agricoles locaux peuvent calculer les besoins des plantes dans les conditions locales et développer un concept de fertilisation basé sur l'utilisation du compost. Des essais pratiques permettent d'optimiser et de valider ces concepts (voir chapitre 7.7).

8.4 Utilisation pratique des composts sur le terrain

Le compost fournit aux cultures des engrais (macro- et micro-nutriments), mais son effet en tant qu'amendement du sol est au moins aussi important. Il fournit de la matière organique stabilisée dans le sol, ce qui améliore la structure du sol et sa capacité de rétention d'eau, réduit l'érosion, influence positivement les niveaux de pH et active l'activité biologique du sol. Le compost peut également avoir un effet suppressif sur les maladies végétales transmises par le sol.

Cependant, pour développer ces effets positifs, une application correcte du compost est essentielle. Après l'épandage, le compost doit être rapidement incorporé dans les quelques centimètres supérieurs du sol. S'il reste en surface, il peut se dessécher, ce qui entraîne une perte d'éléments fertilisants et une inactivation de son activité biologique positive.

Le compost peut être épandu manuellement ou à l'aide d'une machine. Il faut veiller à ce que le compost soit réparti uniformément sur l'ensemble de la culture.

En fonction de la culture, le compost peut être épandu sur toute la surface du champ (par exemple pour les céréales ou le maïs) ou concentré sur la ligne de plantation ou les buttes (par exemple pour les cultures maraîchères).

Lors de la plantation (par exemple de tomates ou d'arbres fruitiers), le compost peut être placé dans le trou de plantation. C'est plus efficace que de le mettre autour des plantes après la plantation. Il faut cependant veiller à ne pas mettre du compost pur dans le trou de plantation, mais d'abord le diluer en le mélangeant à la terre du champ (par exemple $\frac{1}{3}$ de compost + $\frac{2}{3}$ de terre). Le compost pur est trop riche pour les racines des plantes, qui risquent d'être endommagées ou de voir leur croissance ralentie.

Pour les cultures à courte durée de vie (comme les légumes), l'application avant le semis ou la plantation est appropriée.

Pour les cultures pérennes, nous recommandons une application répétée, par exemple tous les deux ou trois ans. Pour un effet optimal, le compost doit être incorporé à la surface du sol (par exemple par grattage) à chaque fois. L'irrigation de la culture après le compostage permet à celui-ci de mieux s'intégrer dans le sol et de développer ses effets bénéfiques.

9. Conclusions

Le recyclage des restes organiques est une activité non anecdotique pour l'environnement et le climat. Il peut recycler des éléments fertilisants importants pour les plantes, assurer la fertilité des sols et la santé des plantes. De plus, une bonne gestion de ce recyclage permet de limiter des émissions de gaz à effets de serre (méthane, gaz hilarant) produits par ces restes mal gérés.

Toutefois, pour obtenir ces résultats positifs, la gestion des restes organiques exige une gestion optimale du processus de ce recyclage, de la collecte des restes organiques à l'utilisation des produits en résultant.

Plusieurs possibilités existent pour recycler les déchets organiques : méthanisation, compostage, lombricompostage, pyrolyse, etc. Tous ces processus sont à considérer comme complémentaires et non comme concurrentiels. Le choix d'un concept dépend de divers facteurs : intrants à traiter, débouchés des produits, infrastructure, finances et main d'œuvre à disposition, etc.

Dans cette constellation, le compostage a une place privilégiée, entre autres par sa flexibilité : il peut être réalisé sans grande infrastructure et investissement, permet de traiter une grande variété de restes organiques, peut avoir, si réalisé de manière optimale, des effets très positifs sur la fertilité des sols et la santé des plantes, etc.

La compréhension des processus de compostage et de leurs effets possibles sur les cultures sont primordiaux pour gérer avec succès les opérations de compostage. Le but de ce document est de donner humblement quelques éléments pouvant contribuer à atteindre un recyclage des restes organiques contribuant à la gestion durable de notre environnement.

Dr. Jacques G. Fuchs
FiBL

CH-Frick, janvier 2025

Contact :

Dr. Jacques G. Fuchs, chef de projets
Département des sciences des plantes
Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL
Ackerstrasse 113 / Postfach 219
5070 Frick (Suisse)

Téléphone +41 62 8657-232
Portable +41 79 216 11 35
jacques.fuchs@fibl.org
www.fibl.org
www.biophyt.ch



Cette introduction au compostage a été écrite entre autres sur la base de documents élaborés par l'auteur dans le cadre de divers projets financés par REPIC (www.repic.ch), A. Baur & Co. (Pvt.) Ltd. (www.baur.com), Biophyt SA (www.biophyt.ch) et autres.



Analyse chimique du compost dans un laboratoire de terrain



Dr. Jacques G. Fuchs, FiBL & Biophyt SA

CH-Frick, 24.11.2022



Analyse chimique du compost dans un laboratoire de terrain

Dr. Jacques G. Fuchs, FiBL, CH-Frick, 24.11.2022

I. Équipement nécessaire : instruments

- **Agitateur** (pour effectuer les extractions de compost), mode va-et-vient
 - p. ex. : agitateur multi-plateformes orbital, PSU-20i, avec plateforme universelle, avec barreaux réglables et deux niveaux de fixation, 345×430 mm (www.vwr.com)
 - possibilité de construire son propre agitateur (agitateur à rotation)

- **Four** avec circulation d'air
 - Pour déterminer la matière du compost par séchage pendant 24 heures à 105°C

- **Support pour entonnoirs** (banc de filtration): construction personnelle

- **Balance de précision** (gamme de pesage 1000 g, précision de lecture 0,01 g)

- **Reflectomètre RQflex** (pour mesurer NH₄, NO₂ et NO₃) (www.vwr.com, n° d'article : 1.16970.0001)





- **pH-mètre**



- **Conductimètre** (pour mesurer la salinité du compost)



2. Équipement nécessaire : verrerie

- **Barquettes en aluminium**, pour déterminer la matière sèche
 - 10 barquettes à 500 ml



- **Bouteilles en plastique de 1 l avec grosse ouverture**, 1000 ml, avec bouchon à vis
 - 12 bouteilles (permettant l'extraction de 6 composts en parallèle) (avec deux milieux d'extraction)



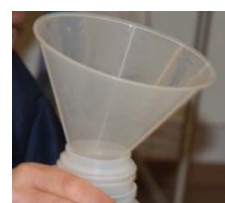
- **Bouteilles en plastique de 250 ml avec grosse ouverture**, 2500 ml, avec bouchon à vis
 - 12 bouteilles (permettant de récolter les extraits filtrés 6 composts en parallèle) (avec deux milieux d'extraction)



- **Entonnoirs** (diamètre 120 mm)
 - 12 entonnoirs (permettant la filtration de 6 composts en parallèle) (avec deux milieux d'extraction)



- **Entonnoir à poudre** (diamètre 150 mm)
 - 1 entonnoir (pour mettre le compost dans les bouteilles d'extraction)





- **Cylindres gradués**, haut, en PP, transparents
 - 1 cylindre de 1'000 ml
 - 1 cylindre de 500 ml
 - 1 cylindre de 100 ml



- **Béchers Griffin**, en PP, transparents
 - 10 béchers de 100 ml, pour, le cas échéant, diluer les extraits



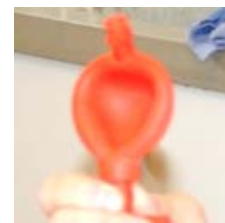
- **Flacons pissettes**, 500 ml, en PP, transparents
 - 2 flacons pissettes de 500 ml



- **Pipettes graduées**, en PP ou en verre
 - 10 pipettes de 20 ml
 - 10 pipettes de 2 ml



- **Poire d'aspiration pour pipette**
 - 1 poire d'aspiration





3. Équipement nécessaire : consommables

- **Standard de conductivité**, 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pour calibrer le conductimètre
- **Solutions tampons de pH**, pour calibrer le pH-mètre
 - pH 7,00
 - pH 10,01
- **Papiers filtres**, type: MN 619 eh1/4, diamètre 240 mm
- **Eau déminéralisée ou distillée**
- **Chlorure de calcium dihydrate**, $\text{CaCl}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ (500 g)
- **RQ-flex bandelettes-tests pour Reflectoquant®** (www.vwr.com)
 - ammonium: NH_4 0.2-7 ppm (www.vwr.com, article number 1.16892.0001)
 - nitrite: NO_2 0.5-25 ppm (www.vwr.com, article number 1.16973.0001)
 - nitrate: NO_3 5-225 ppm (www.vwr.com, article number 1.16971.0001)



4. Détermination de la teneur en matière sèche (MS) du compost

Remarque préliminaire

Afin de pouvoir comparer correctement la teneur en sel et la teneur en azote minéral, il est utile de les rapporter au poids sec des produits. Pour ce faire, il faut déterminer au préalable la teneur en matière sèche du compost. MS=matière sèche, MF=matière fraîche.

4.1. Déterminer le poids de la tare du barquette en aluminium

- Peser la barquette en aluminium vide.
- T = Tare



4.2. Pesage du compost frais

- Placer environ 200 g de compost dans la barquette et mesurer le poids (poids de la barquette inclus)
- MF_m: poids frais



4.3. Séchage du compost

- Sécher le compost dans l'étuve pour environ 24 heures à 105°C (jusqu'à avoir un poids constant).



4.4. Pesage du compost sec

- Peser le compost sec, poids de la barquette inclus.
- MS_m: poids sec



4.5. Résultat

- $MS [\% MF] = (MS_m - T) / (MF_m - T) * 100$





5. Production de l'extrait aqueux, de l'extrait CaCl₂, et mesure du pH

Remarque préliminaire

La valeur du pH est mesurée dans l'extrait de CaCl₂ 0,01M (10:1) avant filtration. Les teneurs en ammonium, nitrite et nitrate sont analysées dans cet extrait après filtration des extraits. La salinité est analysée dans l'extrait H₂O après sa filtration. Les extraits doivent être analysés immédiatement. Dans le pire des cas, ils peuvent être conservés pendant une journée au réfrigérateur (4°C) ou au congélateur.

5.1. Extrait H₂O

- Remplir 500 ml d'eau déminéralisée ou distillée dans une bouteille d'extraction de 1 litre (avec le cylindre gradué).
- Peser environ 50 g de compost. Noter le poids exact dans le protocole de laboratoire.
- Ajouter le compost dans la bouteille d'extraction.
- Fermer hermétiquement la bouteille et la mettre sur l'agitateur. Agiter pendant 60 minutes.



5.2. Extrait CaCl₂ 0.01 M

- Mélanger 1,47 g de CaCl₂ x 2 H₂O par litre d'eau déminéralisée ou distillée (= milieu d'extraction au CaCl₂).
- Remplir 500 ml de milieu d'extraction CaCl₂ dans une bouteille d'extraction de 1 litre (avec le cylindre gradué).
- Peser environ 50 g de compost. Noter le poids exact dans le protocole du laboratoire.
- Ajouter le compost dans le flacon d'extraction.
- Fermer hermétiquement la bouteille et la mettre sur l'agitateur. Agiter pendant 60 minutes.



5.3. Préparer les filtres et les entonnoirs pendant l'agitation des bouteilles.



5.4. Mesure du pH

- Mesurer la valeur du pH en immergeant l'électrode du pH-mètre directement dans l'extrait de CaCl₂ (avant filtration). Attendre que la valeur soit stable et l'enregistrer.





5.5. Filtration

- Verser avec précaution les extraits dans le filtre. La filtration peut durer assez longtemps (1 à 2 heures). Ajouter régulièrement de l'extrait dans le filtre.



6. Mesures de la salinité, des teneurs en NH_4 , NO_2 et NO_3 des composts

Remarque préliminaire

Ces analyses sont effectuées avec les extraits de composts filtrés ou avec des dilutions de ces extraits. Les extraits doivent être analysés immédiatement. En cas de nécessité, ils peuvent être conservés un ou deux jours au réfrigérateur (à 4°C) ou plus longtemps au congélateur.

6.1. Mesure de la salinité

- Plonger l'électrode du conductimètre dans l'extrait H_2O et noter la valeur.
- La valeur mesurée est en mS/cm de l'extrait (=EC). Elle doit être transformée en $\text{KCl}_{\text{eq}}/\text{kg MS}$ avec la formule suivante:



$$\text{Teneur en sels (en } \text{KCl}_{\text{eq}}/\text{kg MS}) = \text{EC (en } \text{mS/cm})/\text{MS (en \% MF)} \times 583,4$$

6.2. Mesures des teneurs en NH_4 , NO_2 et NO_3 avec le RQ-flex

- Une bandelette d'étalonnage est fournie avec chaque paquet de bandes de test. Calibrez le RQ-flex avec cette bandelette (voir également le mode d'emploi du RQ-flex). Cet étalonnage doit être effectué individuellement pour chaque test et pour chaque nouveau paquet de bandelette test.



6.2.1. Dilution des extraits de compost

- Un extrait trop foncé peut perturber les mesures. Dans ce cas, ou si la teneur en nutriments est trop élevée (le RQ-flex donne le résultat "hi"), l'extrait doit être dilué avec de l'eau déminéralisée ou de l'eau distillée (à l'aide des pipettes graduées).
- Dilution 5x: 1 part extrait + 4 parts d'eau.
- Dilution 10x: 1 part extrait + 9 parts d'eau.



6.2.2. Détermination de la teneur en ammonium (NH₄-N)

- Remplir le verre-test (livré avec le test NH₄) jusqu'au premier trait avec l'extrait CaCl₂ 0.01M.

Ajouter 10 gouttes du réactif NH₄-1 dans le verre-test et mélanger en agitant légèrement. Attention: Produit chimique très agressif, ne le laissez pas entrer au contact de la peau.

Ajouter une cuillère bleue rase du réactif NH₄-2 dans le verre-test et mélanger en agitant légèrement jusqu'à la dissolution du réactif.

- Sélectionner le test NH₄ sur le RQ-flex. Vérifiez si le code du test RQ-flex correspond à la bande d'étalonnage. Appuyez sur le bouton "Start". La durée du test s'affiche. Plonger la bandelette de test dans l'extrait et appuyez en même temps une deuxième fois sur le bouton "Start". La durée du test est décomptée.
- Environ 30 secondes avant la fin du temps de test, égouter bien la bandelette et l'insérer dans la cellule de mesure (voir également le mode d'emploi du RQ-flex). Lire le résultat. Enregistrer le résultat ainsi que la dilution de l'extrait dans le journal de laboratoire.
- La valeur indiquée par le RQ-flex est en ppm de NH₄ dans l'extrait. Pour convertir cette valeur en quantité de NH₄-N par kg de MS de compost, on utilise la formule suivante :
 - A = ppm NH₄ dans l'extrait
 - B = poids du compost extrait (en g/500 ml)
 - C = facteur de dilution
 - D = MS du compost (en % MF)

$$\text{mg NH}_4\text{-N / kg MS} = \text{A} : \text{B} \times \text{C} : \text{D} \times 50000 : 1.2879$$

6.2.3. Détermination de la teneur en nitrite (NO₂-N)

- Sélectionner le test NO₂ sur le RQ-flex. Vérifiez si le code du test RQ-flex correspond à la bande d'étalonnage. Appuyez sur le bouton "Start". La durée du test s'affiche. Plonger la bandelette de test dans l'extrait et appuyez en même temps une deuxième fois sur le bouton "Start". La durée du test est décomptée.
- Après environ 2 secondes, égouter bien la bandelette et l'insérer dans la cellule de mesure (voir également le mode d'emploi du RQ-flex). Lire le résultat. Enregistrer le résultat ainsi que la dilution de l'extrait dans le journal de laboratoire.





- La valeur indiquée par le RQ-flex est en ppm de NO₂ dans l'extrait. Pour convertir cette valeur en quantité de NO₂-N par kg de MS de compost, on utilise la formule suivante :
 - A = ppm NO₂ dans l'extrait
 - B = poids du compost extrait (en g/500 ml)
 - C = facteur de dilution
 - D = MS du compost (en % MF)

$$\text{mg NO}_2\text{-N / kg MS} = A : B \times C : D \times 50000 : 3.2844$$

6.2.4. Détermination de la teneur en nitrate (NO₃-N)

- Une teneur en nitrites > 0,5 ppm perturbe la mesure des nitrates. Si nécessaire, diluer l'extrait pour que sa teneur en NO₂ soit inférieure à cette limite.
- Sélectionner le test NO₃ sur le RQ-flex. Vérifiez si le code du test RQ-flex correspond à la bande d'étalonnage. Appuyez sur le bouton "Start". La durée du test s'affiche. Plonger la bandelette de test dans l'extrait et appuyez en même temps une deuxième fois sur le bouton "Start". La durée du test est décomptée.
- Après environ 30 secondes, égoutter bien la bandelette et l'insérer dans la cellule de mesure (voir également le mode d'emploi du RQ-flex). Lire le résultat. Enregistrer le résultat ainsi que la dilution de l'extrait dans le journal de laboratoire.
- La valeur indiquée par le RQ-flex est en ppm de NO₃ dans l'extrait. Pour convertir cette valeur en quantité de NO₃-N par kg de MS de compost, on utilise la formule suivante
 - A = ppm NO₃ dans l'extrait
 - B = poids du compost extrait (en g/500 ml)
 - C = facteur de dilution
 - D = MS du compost (en % MF)

$$\text{mg NO}_3\text{-N / kg MS} = A : B \times C : D \times 50000 : 4.4266$$





7. Interprétation des analyses de $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$

Présence de la forme de N_{min} ¹			Interprétation
$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	
-	-	-	Pas de N disponible. Mélange trop riche en carbone, ou tout le $\text{NH}_4\text{-N}$ a été perdu à cause du manque d'humidité. Si le compost est riche en carbone : risque d'immobilisation de l'azote au champ dans le champ. Recommandation : mélanger des matières riches en N au mélange (digestat, gazon, litière de poulet, etc.).
++ / +++	-	-	Jeune compost (ou digestat). La nitrification n'a pas encore commencé. Recommandation : garder le mélange suffisamment humide pour éviter les pertes de $\text{NH}_4\text{-N}$ et permettre la nitrification.
++ / +++	++	+ / ++	Début du processus de nitrification. Recommandations : maintenir le mélange suffisamment humide pour éviter les pertes de $\text{NH}_4\text{-N}$; s'assurer que l'apport d'oxygène au mélange est constamment suffisant.
+	+ / ++	++ / +++	Le processus de nitrification progresse. Recommandation : veillez à ce que l'apport d'oxygène au mélange soit constamment suffisant.
-	-	++ / +++	Le processus de nitrification est achevé. Recommandation : veillez à ce que l'apport d'oxygène dans le mélange soit constamment suffisant. Le compost est mûr et prêt à être utilisé.
-	++ / +++	++	Problème de manque d'oxygène. Recommandation : améliorer l'aération du compost.

¹ -: aucune (< 10 mg N / kg MS); +: faible quantité (10-50 mg N / kg MS); ++: quantité moyenne (50-200 mg N / kg MS); +++: quantité élevée (> 200 mg N / kg MS)

Source : Van der Wurff, A.W.G., Fuchs, J.G., Raviv, M., Termorshuizen, A.J. (Editors) 2016. Handbook for Composting and Compost Use in Organic Horticulture. BioGreenhouse COST Action FA 1105, www.biogreenhouse.org, 106 pp.





8. Interprétation des analyses selon la «Directive qualité de la branche 2022 » suisse.

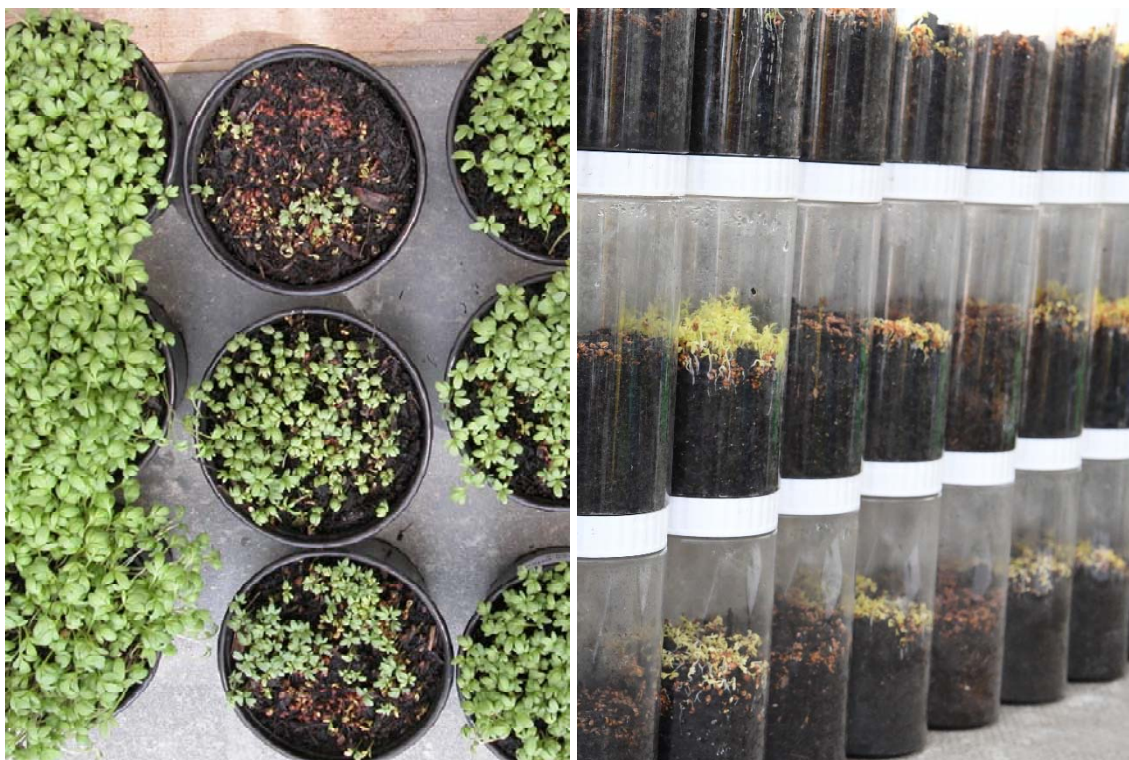
Critères	Emploi en horticulture		
	Compost pour horticulture de plein champs	Compost pour les terreaux et le jardinage amateur de plein champs	Compost pour les cultures sous abri et pour les substrats
MS (Matière sèche)	> 50 %	> 55 %	> 55 %
MO (Matière organique)	< 50 %	< 40 %	< 40 %
pH	< 8.2	< 8.0	< 7.8
Granulométrie	< 25 mm	< 15 mm	< 15 mm
Poids spécifique	x	x*	x*
MS (Matière sèche)	> 50 %	> 55 %	> 55 %
MO (Matière organique)	< 50 %	< 40 %	< 40 %
pH	< 8.2	< 8.0	< 7.8
Granulométrie	< 25 mm	< 15 mm	< 15 mm
Poids spécifique	x	x*	x*
Salinité	< 20 gKCl _{eq} /kg MS	< 13 gKCl _{eq} /kg MS	< 10 gKCl _{eq} /kg MS
Ammonium (N-NH ₄)	< 200 mg/kg MS	< 100 mg/kg MS	< 40 mg/kg MS
Nitrate (N-NO ₃)	> 80 mg/kg MS	> 100 mg/kg MS	> 160 mg/kg MS
Nitrite (N-NO ₂)	< 20 mg/kg MS	< 20 mg/kg MS	< 10 mg/kg MS
N _{min.} (ammonium + nitrate)	> 100 mg/kg MS	> 100 mg/kg MS	> 160 mg/kg MS
Rapport N-NO ₃ /N _{min.} (uniquement si N _{min.} > 100 mg/kg MS)	> 0.4	> 0.5	> 0.8

x doit être indiqué

La «Directive qualité de la branche 2022 » suisse peut être téléchargée sur
www.biophyt.ch/documents/2022_directive-qualite_f.pdf



Déterminer la qualité du compost à l'aide de tests de cresson.



Fuchs, J.G., Weidmann, G. 2018

FiBL, CH-Frick

CONSEIL PRATIQUE NO. 054 du projet OK-Net Arable

www.ok-net-arable.eu

Déterminer la qualité du compost à l'aide de tests de cresson

Problème

Le compost est un engrais recyclé de grande valeur qui retourne les déchets organiques au processus de production agricole et favorise la fertilité du sol. Pour être utilisé en agriculture, horticulture ou dans le jardinage, le compost ne doit pas contenir de substances nocives pour les plantes ou les agents pathogènes. Si le compost est trop jeune ou si le processus de décomposition ou de stockage n'a pas été contrôlé, des substances phytotoxiques peuvent se former dans le compost.

Solution

La phytotoxicité d'un compost peut être testée à l'aide des tests de cresson ouvert et fermé. Alors que le test du cresson ouvert sert d'indicateur approximatif, le test du cresson fermé indique déjà une faible toxicité du compost, car les graines entrent en contact avec les gaz de composés toxiques émis par le compost. Car le test du cresson ouvert seul n'indique pas toujours un compost sain, il est conseillé de toujours effectuer les deux tests.

Liste de contrôle pour la mise en œuvre

Thème

Qualité et fertilité du sol, disponibilité des éléments nutritifs, lutte contre les ravageurs et les maladies, lutte contre les mauvaises herbes

Champ d'application géographique

Où le compost est disponible

Date de mise en application

Avant d'utiliser le compost

Temps requis

1 heure / 5 jours

Durée de l'effet

Cultures fertilisées avec du compost

Équipement requis

Deux contenants, graines de cresson

Utilisation idéale

Pour le compost de qualité douteuse produit ou acheté par l'entreprise

Avantages

Le cresson réagit de façon sensible aux perturbations du substrat. Les tests de cresson sont faciles à réaliser et à interpréter et ne nécessitent que des matériaux faciles à trouver.

Procédure

- **Test du cresson ouvert** : Remplissez un pot d'environ 10 cm de diamètre avec un substrat universel commercial et un deuxième pot avec le compost à examiner.
- **Test de cresson fermé** : Remplissez un contenant en verre ou en plastique transparent et scellable à moitié plein de substrat universel commercial et un deuxième contenant avec le compost à analyser. Fermez les récipients hermétiquement.
- Semez environ 1 g de cresson par récipient, ajoutez un peu d'eau et placez les pots dans un endroit clair à température ambiante (par ex. rebord de fenêtre).
- Après 5 jours, comparez la croissance des plantes dans les deux pots.



A gauche : Test du cresson ouvert. Le cresson peu développé dans les pots de la rangée inférieure indique un compost à effet phytotoxique. A droite : Test de cresson fermé. Le compost à droite a un effet phytotoxique. (Photos: Jacques Fuchs, FiBL, Frick)

Évaluation de l'épreuve de cresson

1. Test du cresson ouvert (peu sensible)

Si après trois jours la masse de la plante dans le pot en question est moins de la moitié de celle du pot avec le sol du jardin, un compost phytotoxique est présent. Si le compost est jeune, il doit être réutilisé et laissé à maturité. S'il s'agit d'un compost mature, il doit être ajouté à un nouveau compost afin que les substances nocives pour la plante soient décomposées. Il faut veiller à ce que le compost atteigne au moins 70 °C pendant la décomposition.

2. Test de cresson fermé (très sensible)

Si, après 5 jours, le cresson dans le récipient à compost a des racines d'au moins 70 % plus longues que celles du cresson dans le sol du jardin, le compost peut être utilisé non seulement comme engrais pour les cultures arables et maraîchères, mais aussi comme substrat pour les jeunes plantes et pots sans hésitation.

Partager les résultats

Utilisez la fonction commentaire de la plateforme [Organic Farm Knowledge](#) pour partager vos expériences avec d'autres praticiens, consultants et chercheurs ! Si vous avez des questions sur la méthode, veuillez envoyer un courriel à la personne-ressource.



Pour de plus amples renseignements

Liens

- Sur le site www.biophyt.ch, vous trouverez des informations détaillées sur la production de compost de haute qualité en allemand, français et anglais.

A propos de ce conseil pratique et du projet OK-Net Arable

Editeurs:

Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, Suisse
Ackerstrasse 113, Case postale 219, CH-5070 Frick
Tél : +41 62 865 72 72, info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

IFOAM EU, Rue du Commerce 124, BE-1000 Bruxelles
Tél : +32 2 280 12 23, info@ifoam-eu.org, www.ifoam-eu.org

Auteurs: Jacques Fuchs, Gilles Weidmann (FiBL)

Contact: jacques.fuchs@fibl.org

Lien permanent : [Orgprints.org/35343](https://orgprints.org/35343)

OK-Net Arable: Ce conseil pratique a été élaboré dans le cadre du projet « Organic Knowledge Network Arable ». OK-Net Arable encourage l'échange de connaissances entre agriculteurs, consultants agricoles et scientifiques

dans le but d'accroître la productivité et la qualité des produits de l'agriculture biologique en Europe. Le projet s'étend de mars 2015 à février 2018.

Site internet du projet: www.ok-net-arable.eu

Partenaires du projet: IFOAM EU Group (Coordination du projet), BE ; Organic Research Centre, UK ; Bioland Beratung GmbH, DE ; Aarhus University (ICROFS), DK ; Associazione Italiana, per l'Agricoltura Biologica (AIAB), IT ; European Forum for Agricultural and Rural Advisory Services (EUFAS); Centro Internazionale di Alti Studi Agronomici Mediterranei - Istituto Agronomico Mediterraneo Di Bari (IAMB), IT ; FiBL Projekte GmbH, DE ; FiBL Austria, AT ; FiBL Switzerland, CH ; Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézet (ÖMKI), HU ; Con Marche Bio, IT ; Estonian Organic Farming Foundation, EE ; BioForum Vlaanderen, BE ; Institut technique de l'Agriculture biologique, FR ; SEGES, DK ; Bioselena, Bulgarie

© 2018

