



EQUIPE LOMBRICOSY

GUIDE TECHNIQUE LOMBRICOMPOSTEUR

lombricosy@gmail.com

Mai 2021 - Janvier 2022

Eva BOISSON, Jules GUIRONNET, Yaël BUISINE-CHANLEY, Paul
CALLADO, Joe EL KADI, Fregan LENILLON, Thomas COQUELIN

Introduction

Dans un contexte d'urgence écologique et pour faire face aux effets du changement climatique, il est impératif de repenser notre **modèle de consommation énergétique**. Ainsi, composter la matière organique et les éléments minéraux présents dans nos déchets organiques permet de boucler un cycle dans notre alimentation et de réduire cette dépense énergétique.

Par ailleurs, dans un objectif de relocalisation de notre alimentation, **l'agriculture urbaine** se prête parfaitement au **compostage** pour recycler ses déchets organiques. AquaCosy est une de ces fermes à visée aquaponique cofondée par Mr. Pierre Aubignac à Montauban et avec qui nous avons lié un partenariat. Dans le cadre d'un projet PPart (Projet Partenarial), nous avons travaillé à **cycliser ses productions maraichères** via l'installation d'un **lombricomposteur**.

Notre groupe de 7 étudiants de l'ENSAT a été encadré par Mr. Benjamin Pey, enseignant à l'ENSAT. Fixé en mai 2021, l'objectif de ce projet a été de réaliser une commande pour le partenaire d'entreprise dans un temps défini et avec des outils de gestion de projet, tout en présentant rétrospectivement la façon dont le projet s'est déroulé et a évolué.

Un lombricomposteur permet de valoriser les biodéchets (fruits, légumes, racines, tiges...) par l'action des lombrics, afin de produire des matières fertilisantes : le **lombricompost** (fraction solide) et le **lombrithé** (fraction liquide). Ainsi, les minéraux ne sont pas perdus par lixiviation avec une revalorisation complète de ce qui est considéré aujourd'hui comme des déchets. De plus, le lombricomposteur consomme deux fois plus de déchets organiques qu'un simple composteur en un temps donné. Avantage chez Aquacosy, les déjections non ammoniacales des poissons pourront être évacuées à travers le lombricomposteur pour produire du compost et du lombrithé utilisable comme engrais liquide dans le système.

Notre mission a donc été de réaliser le **guide technique** que voici, un **lombricomposteur fonctionnel** et des **supports de communication** associés à la demande de notre partenaire. Ce présent document en libre accès doit permettre à M. Aubignac et à d'autres de construire, d'entretenir le lombricomposteur et de faire face aux imprévus. Il se veut donc synthétique et exhaustif à la fois.

Sommaire

Chapitre 1 : Conception et réalisation d'un lombricomposteur	5
Plans, fonctionnement général et matériaux	5
Notice de construction	9
Chapitre 2 : Fonctionnement du lombricomposteur	10
Généralité sur la vie des vers	10
Caractérisation des espèces de vers	10
Alimentation	11
Reproduction	11
Conditions générales de cultures	12
Paramètres physiques	12
Paramètres chimiques	13
Structure du milieu	13
Amorçage du lombricomposteur	14
La mise en place de litière	14
La structure de la litière	14
L'attitude des vers	15
Intrants du lombricomposteur	16
Tapis d'humidification	16
Cartons	16
Papier journal	16
Fibre de chanvre	16
Toile de jute	16
Autres textiles	16
Apports organiques	17
Types d'apports végétaux	17
Végétaux à NE PAS mettre	17
Produits du lombricomposteur	18
Estimations	18
Collecte	18
Compost	18
Lombrithé	20
Valorisation locale des produits	20

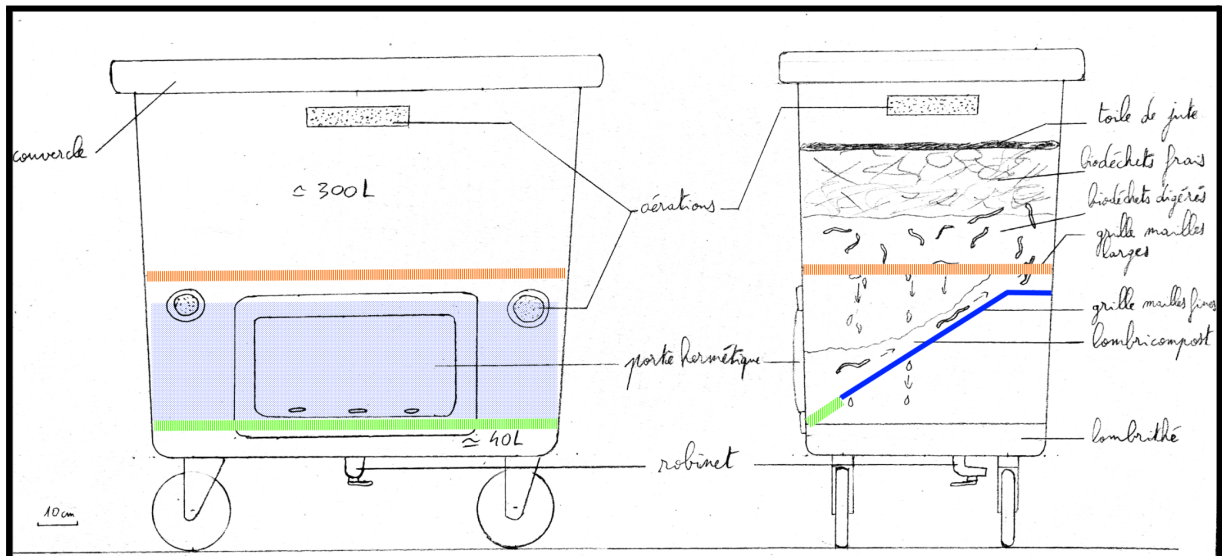
Chapitre 3 : Entretien et imprévus du lombricomposteur	21
Arbre de décision	21
Symptômes sur le comportement des vers	21
Les vers remontent à la surface et/ou sur les parois	21
Une baisse de la production de compost	22
Mort ou diminution de la population des vers	22
Le regroupement des vers	24
Les vers fuient vers l'étage intermédiaire (lombricompost)	24
Symptômes liés aux parasites et autres insectes	25
Invasion de fourmis, plathelminthes ou mille-pattes	25
Présence de vers blancs (Enchytrés) dans les zones humides	25
Présence d'acariens et/ou de collemboles	26
Présence de limaces et d'escargots	27
Présence de mouches à fruits ou de sciaride	27
Présence de moucheron	27
Symptômes sur les aspects de la litière	28
Une litière boueuse ou trop liquide	28
Une litière trop compacte	28
Une litière trop sèche (déficit d'humidité)	28
Une odeur de putréfaction	28
Une odeur de soufre (oeuf pourri), fermentation de la litière	29
Une odeur d'ammoniac (piquante)	29
Bibliographie	30
ANNEXES	33

Chapitre 1

Conception et réalisation d'un lombricomposteur

1. Plans, fonctionnement général et matériaux

a) Conteneur poubelle et étagement



- Notre prototype de lombricomposteur est réalisé à partir d'une **poubelle collective d'une capacité de 660 L**, fournie par le Sicoval. **Trois grilles ou tôles différentes** séparent les **3 étages** (le niveau de la litière non dégradée, le niveau du compost et le niveau du lombrithé) essentiels à la séparation des phases :
- **Le caillebotis** (1000 x 600 mm), positionné de manière horizontale, présente un maillage large (30 x 30 mm). Son objectif est de supporter la litière de déchets apportée en partie haute du lombricomposteur (environ 100 kg). Son maillage permet donc à la fois d'agir comme support pour les déchets grossiers et de laisser passer la fraction décomposée par les lombrics (le lombricompost, qui a une structure plus fine, comme du terreau) dans la partie intermédiaire. Le caillebotis est déposé sur une structure en poteaux de jardins en L et en T boulonnés aux parois de la poubelle. **Volume de l'étage supérieur : environ 300 L.**
- **La tôle grain de riz** (1000 x 600 mm) de l'étage intermédiaire retient la fraction décomposée. Cette plaque est positionnée de manière oblique à 40° par rapport à l'horizontale. L'intérêt de l'inclinaison est double : permettre l'écoulement de la fraction liquide du lombricompost (appelée lombrithé) vers **la grille fine** et assurer aux lombrics étant passés au travers du **caillebotis** la possibilité de remonter vers l'étage supérieur (le modèle grains de riz permet une meilleure adhérence). Elle présente un méplat sur quelques centimètres accumulant la fraction solide pour faciliter la remontée des vers. La tôle grain de riz est fixée à la poubelle via des

équerres boulonnées aux parois et des poteaux en T et L. **Volume de l'étage intermédiaire : environ 120 L.**

- **La grille fine** (1000 x 200 mm) en maille 5 mm assure la rigidité et est recouverte d'une moustiquaire plastique en maille 1 mm pour permettre l'écoulement de la fraction liquide dans le réservoir (étage inférieur) tout en retenant la fraction solide face à la trappe. La grille fine est fixée aux parois de la poubelle via des équerres et boulonnée à la tôle grain de riz. Elle est enrobée par la moustiquaire avant fixation. **Volume de l'étage inférieur : environ 60 L.**

b) Ouvertures et fonctions

- **Le couvercle** est conservé en l'état et ferme la partie supérieure du lombricomposteur. Comme pour une poubelle classique, le soulever et ajouter la matière organique.
- **La trappe avant** type bateau (600 x 350 mm) permet la collecte de la fraction solide (compost) par l'accès à l'étage intermédiaire.
- **Les trappes arrières** rondes type bateau (220 mm) sont utiles à la fabrication ainsi qu'à la maintenance. Elles donnent accès à l'arrière de la tôle grain de riz ainsi qu'au réservoir de lombrithé. Tout comme la trappe, elles sont étanches.
- **La bonde de douche** (60 mm) est située au centre du réservoir (étage inférieur) et permet de le siphonner pour récupérer le lombrithé. Une vanne extérieure régule l'écoulement.
- **Des aérations** percées dans le plastique de la poubelle sont situées au niveau du couvercle et sont nécessaires à l'aération de la matière organique (réaction aérobie).

c) Matériaux de construction

- La poubelle 660 L peut être récupérée auprès des collectivités qui s'en débarrassent. Elle offre l'avantage d'une structure plastique solide, étanche et facile à percer. Par ailleurs, la dimension pédagogique de continuer à jeter ses déchets dans une poubelle est un élément de design important porteur d'un sens symbolique fort.
- L'utilisation de matériaux métalliques, de préférence galvanisés ou en inox, permet d'éviter la rouille et la dégradation de la structure du lombricomposteur. La tôle grain de riz est en aluminium, plus facilement pliable que l'acier. Le lombricomposteur offre donc une grande résistance. Trois personnes peuvent aisément tenir sur le caillebotis ! L'usage de poteaux de jardins et autres équipements détournés et/ou de récupération permet de limiter le coût du lombricomposteur.
- Les vers de terre peuvent être achetés dans une entreprise spécialisée (exemple : la ferme du Moutta), ou bien récupérés dans d'autres lombricomposteurs (site de don : Plus2vers). La quantité idéale pour amorcer le lombricomposteur est de 1,75 kg (**Cf. Chapitre 2. partie c.**). Les espèces *Eisenia Fetida*, *Eisenia Hortensis* et *Eisenia Andrei* ont été retenues pour leurs capacités, leur complémentarité et leur

cohabitation aisée dans un lombricomposteur. L'ajout de fibres de coco permet d'amorcer le lombricomposteur et une toile de chanvre recouvre la matière organique afin de conserver l'humidité dans les couches supérieures.



d) Coûts de construction et outillage

Dénomination	Montant estimé	Enseigne
Poubelle 660L	0,00 €	Municipalité
Tôle grain de riz alu 1000 x 600 x 1,5 mm	40,00 €	Enseigne de bricolage
Tôle grille métal 1000 x 200 x 2,2 mm	10,00 €	
Poteaux jardin en L 3m	15,00 €	
Poteaux jardin en T 3m	15,00 €	
Equerres métal 90 x 90 mm x9	15,00 €	
Manchon mousse 1m x4	2,00 €	
Moustiquaire plastique	10,00 €	
Visserie et boulonnerie	25,00 €	
Caillebotis acier 1000 x 600 mm	90,00 €	
Trappe rectangle 600 x 350 mm	50,00 €	Enseigne accastillage
Trappes rondes x2 d220 mm	25,00 €	
Tube pvc 1m d40 mm	5,00 €	Enseigne de bricolage
Vanne pvc d40 mm	15,00 €	
Bonde douche d60 mm	10,00 €	
Réduction d40-32 mm	1,00 €	
Colle pvc	6,00 €	
Carton	0,00 €	Récupération
Fibre de coco	15,00 €	Jardinerie
Tapis de chanvre 2x2,1m	10,00 €	
TOTAL	359,00 €	

Au niveau des matériaux, les prix sont très variables. Dans une démarche de minimisation des coûts nous avons cherché à **favoriser la récupération**. Ainsi, nous avons obtenu avec la communauté d'agglomération un conteneur poubelle de 660 L usagé mais fonctionnel. De la même façon, nous avons favorisé le système de **dons de vers** par des particuliers afin de réduire au maximum les coûts. Nous avons ainsi pu récolter près de 1 kg de vers sur les 2 kg nécessaires à l'amorçage du lombricomposteur.

Concernant l'outillage, en voici la liste :

- Meuleuse, scie sauteuse, perceuse colonne, visseuse.
- Set de cliquets ou de clés.
- Papier de verre, marqueur, mèches métal et lame de scie métal.

2. Notice de construction

Les étapes suivantes sont celles réalisées lors de notre première construction et le procédé est susceptible d'être amélioré par la suite :

- Percer les ouvertures avant, arrières et de la bonde sur la poubelle à la scie sauteuse, et marquer l'emplacement des trous et des poteaux / équerres.
- Découper à la meuleuse les poteaux métalliques et les percer (diamètre 6 ici) : ils sont au nombre de 6 :
 - **2 poteaux en L de 90 cm** et **1 poteau en T de 60 cm** dont les barres du T sur les extrémités ont été meulées, pour soutenir le caillebotis.
 - **2 poteaux en T de 105 cm** reliant les équerres de côté et soutenant la tôle grain de riz. La barre du T est également meulée aux extrémités pour s'enclencher dans les équerres.
 - **1 poteau en L de 80 cm** situé sous la trappe avant pour prendre en sandwich la grille fine.
- Découper les coins du caillebotis de manière à épouser les angles de la poubelle, qui sont arrondis.
- Fixer les trappes à bateau en utilisant les fixations hautes et basses de la trappe avant pour les poteaux métalliques intérieurs du même côté. Boulonner les poteaux métalliques supports du caillebotis. Fixer la bonde préalablement assemblée avec les tuyaux pvc et la vanne.
- Donner les pliures voulues à la tôle grain de riz (pente de 40°) en la plaçant sur un rebord et en marchant soigneusement dessus, le plus proche possible de la pliure. La possession d'un matériel professionnel peut améliorer cette étape.
- Découper si besoin l'excès de tôle sur la partie basse et percer les emplacements des fixations aux équerres et à la grille fine.
- Fixer les équerres supports de la tôle grain de riz à la poubelle (diamètre 8 ici) ; 3 sur la partie haute, 2 de chaque côté reliées par deux poteaux métalliques et 2 en bas pour la grille fine.
- Boulonner la tôle grain de riz sur le haut et sur les côtés avec le poteau métallique transversal en veillant à placer les manchons en mousse pour l'étanchéité.
- Boulonner la tôle grain de riz sur le poteau métallique transversal et sur les équerres avec la grille fine enroulée dans la moustiquaire et les manchons (étape délicate).
- Percer des aérations sur le haut de la poubelle directement dans le plastique.

Chapitre 2

Fonctionnement du lombricomposteur

1. Généralité sur la vie des vers

a. Caractérisation des espèces de vers

Il existe deux espèces de vers adaptées à la mise en place d'un lombricomposteur : *Eiseinia foetida* et *Eiseinia andrei*. De plus, dans le cas présent on ajoutera si possible l'espèce *Eisenia Hortensis*. Rétrospectivement, nous pouvons garantir la présence de *Eiseinia foetida*, mais nous ne pouvons garantir la présence (quoique probable) ni les proportions des deux autres représentants de cette famille.

- *Eiseinia foetida*, aussi connu en tant que vers du fumier, est une espèce de vers épigée retrouvée naturellement dans les déchets organiques du sol en Europe. Elle se trouve généralement dans le commerce pour son utilisation fréquente dans les activités de lombriculture et de lombricompostage. Elle mesure généralement entre 35 et 130 mm pour un diamètre de 3 à 5 mm, est composée de 150 segments d'anneaux pourpres et pèse environ 300 mg.
- *Eiseinia andrei*, ou vers de Californie, est quasiment en tout point semblable à l'espèce citée ci-dessus. C'est un vers épigé, c'est-à-dire qu'il vit dans la litière de feuilles ou le compost plutôt que dans les sols minéraux.

Le seul moyen pour différencier ces deux espèces est leur couleur. *Eiseinia foetida* est **rouge avec des anneaux plus clairs** alors que *Eiseinia andrei* est de couleur **rouge uniforme**. *Eisenia Hortensis* est plus grand que les deux autres espèces ci-dessus, mais il se reproduit plus lentement. En revanche, il supporte bien mieux la **chaleur** et l'**acidité**, ce qui apportera au lombricomposteur une **meilleure résilience**. Il mesure entre 120 et 170 mm. Il est cependant possible que la croissance des deux premières espèces finisse par entraîner la disparition de *Eisenia Hortensis* du lombricomposteur à cause de la compétition pour l'alimentation et de sa trop lente croissance en conditions optimales.

b. Alimentation

Ce sont des vers détritivores, qui ont une consommation très faible de terre. *Eiseinia foetida* se nourrit principalement de **végétation en décomposition** et consomme difficilement les aliments très frais, tandis que *Eiseinia andrei* préfère la **matière fraîche**. En Europe, le vers le plus couramment utilisé pour le lombricompostage est *Eisenia foetida*.

Cependant, étant donné que ces deux types de vers de terre sont **complémentaires** dans l'alimentation, on peut les combiner. Selon la littérature sur le sujet, l'utilisation simultanée d'*Eiseinia foetida* et d'*Eiseinia andrei* permet de digérer plus rapidement les déchets organiques et d'obtenir une meilleure efficacité du lombricomposteur.

L'ajout d'*Eisenia Hortensis* répond à deux problématiques : une **meilleure résilience** du système grâce à la présence de ce lombric capable de se multiplier dans des conditions plus chaudes (été) et plus acides que ces congénères, et une **meilleure digestion des racines**. En effet, il consomme plus facilement des matières ligneuses. Cependant, il est fortement probable que cette espèce finisse par s'éteindre du lombricomposteur en raison de la compétition avec ses congénères.

Une **faible quantité de sable** peut être ajoutée de temps à autre dans le lombricomposteur. Les lombrics ne se nourrissent certes pas de sable, mais les propriétés mécaniques abrasives de ce dernier permettent aux vers de terre de mieux digérer les végétaux.

c. Reproduction

Le ver de terre *Eiseinia foetida* se reproduit très rapidement. En général, un ver de terre adulte peut produire **2 à 3 cocons par semaine**. Au bout de 3 semaines, le **cocon produira 1 à 4 vers** (vers de terre juvénile), qui auront besoin de 1 à 6 mois pour devenir adulte. La croissance de la population de vers de terre dépend en grande partie de leurs conditions de vie. Ainsi, à **10°C, il faut 6 mois** pour qu'un cocon devienne un ver de terre adulte, alors qu'à **25°C cela ne nécessite que 2 mois**. La densité a aussi un impact : une densité de 25 vers par litre assure une fertilité optimale. Dans de bonnes conditions, le nombre de vers de terre peut doubler tous les deux à trois mois.

Encore une fois en condition optimale, les vers peuvent se reproduire de façon très rapide, jusqu'à 500 descendants/an. Ce sont des organismes hermaphrodites, ce qui est un autre avantage pour le taux de descendance.

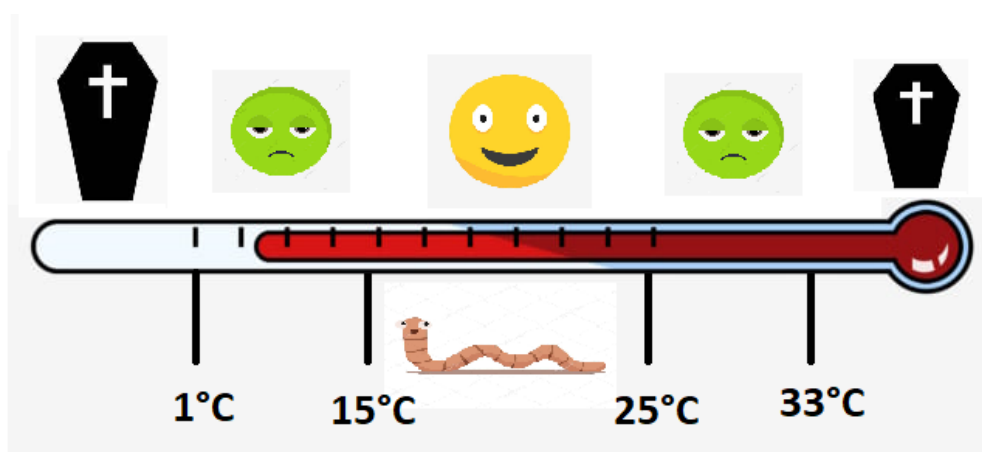
2. Conditions générales de cultures

Afin de conserver une efficacité optimale de dégradation de la matière organique au sein du lombricomposteur, il est important de maintenir certains paramètres physico-chimiques adéquats, ainsi que d'assurer un suivi de la population de lombrics.

a. Paramètres physiques

- **Température** : Le métabolisme des espèces de vers utilisées tolèrent des températures allant d'environ 1°C à 33°C, en prenant soin d'éviter le gel au sein du milieu. Cependant, la fourchette de température optimale s'étend de **20°C à 25°C**. L'objectif demeure de se rapprocher le plus possible des conditions optimales. Il est donc recommandé de positionner le lombricomposteur dans un **lieu ombragé en saisons "chaudes"** (exemple : sous les panneaux solaires), puis **sous serre en saisons "froides"**.

La température au cœur du lombricomposteur sera en partie maintenue par l'activité de la dégradation. Il est important de noter que le lombricomposteur est un système particulièrement résilient, d'autant plus quand la taille du lombricomposteur est importante.



- **Humidité** : Théoriquement, aucun apport d'eau n'est nécessaire au bon fonctionnement du lombricomposteur. L'eau présente dans les matières végétales apportées suffit à maintenir un niveau d'humidité convenable dans le milieu. Le taux d'humidité **ne doit pas descendre en-dessous de 50%** et présente un **niveau optimal entre 70% et 90%** (optimum théorique à 80%).
- **Autres paramètres** : Les lombrics **ne supportent pas la lumière**, d'où l'intérêt d'utiliser un matériau opaque pour la structure générale du lombricomposteur. De plus, ils **n'apprécient pas les vibrations**. Il faut donc veiller à ce que le lombricomposteur soit disposé à l'abri de la pluie, et qu'il ne soit pas à proximité d'une quelconque machinerie perturbatrice (ex : pompe, travaux...). Bien entendu, quelques vibrations temporaires ne sont pas graves, mais il faut se prémunir contre les sources fréquentes.

b. Paramètres chimiques

- **pH** : Afin de mettre à disposition un milieu propice à la décomposition de la matière organique, il est important de maintenir un pH compris **entre 6.5 et 8** (légèrement basique dans le meilleur des cas).
- **Salinité** : Les vers sont sensibles à la salinité du milieu dans lequel ils évoluent. Cette salinité doit rester idéalement **inférieure à 0.5%** soit 5 mg/g.
- **Rapport C/N** : Pour obtenir du compost de qualité dans un temps optimal, l'idéal est d'avoir un ratio aux alentours de **25 C** (carbone) **pour 1 N** (azote). Cela contribue également à maintenir les lombrics constamment en activité et au plus haut de leur productivité.
- **Toxines** : les tanins, vermifuges, certains pesticides peuvent aussi être des composés chimiques mortels pour les lombrics

c. Structure du milieu

Il est également important de réguler la structure du milieu dans lequel ils évoluent. La population se régule elle-même forcément du fait de la compétition. En règle générale, un lombricomposteur se régule à une densité de lombrics supérieure à **10 kg/m²**. En conditions optimales de laboratoire, il est possible d'atteindre une densité de 20 kg/m².

Ainsi, il est recommandé d'amorcer le lombricomposteur avec une densité de population de **2,5 kg/m²**. Cela permet d'atteindre très rapidement les conditions optimales du lombricomposteur. Dans le cas de notre prototype, il faudra donc entamer la mise en place du lombricomposteur avec une masse d'environ **1,75kg** de vers, car sa surface horizontale est d'environ 0,7m². En condition optimale, la masse de vers va **doubler** tous les **60 à 90 jours**.

Si nous amorçons le lombricomposteur avec une densité inférieure, les vers vont croître assez lentement dans un premier temps. Il faudra plus de temps à la population de lombrics pour se stabiliser et atteindre sa capacité optimale de consommation d'aliments. Si la densité de vers est vraiment trop faible, c'est à dire inférieure à 300 g, la population risque de périr.

Dans le cadre de notre prototype, nous allons atteindre un plateau estimé à **7 kg de vers**. Nous avons réalisé une fonction sous R (**Annexe 6**) qui permet de visualiser graphiquement l'évolution de la population de vers et d'avoir une estimation du temps nécessaire pour que cette dernière se stabilise.

3. Amorçage du lombricomposteur

L'amorçage du lombricomposteur est l'étape la plus délicate de la mise en place de ce type de compostage. En effet, la population de lombrics est relativement faible au début et la litière n'est pas encore formée. Une fois la litière formée, le système sera bien plus résilient. Amorcer correctement son lombricomposteur permet d'atteindre plus rapidement une production optimale de ce dernier.

a. La mise en place de litière

i. La structure de la litière

Bien commencer la litière est d'une importance majeure pour le bon développement des lombrics. Il faut commencer par placer sur la grille en caillebotis du papier et du carton déchiré afin d'avoir une zone riche en carbone et peu dense. Il faut ensuite ajouter une couche d'environ 4 cm de terreau. On peut ajouter un peu de **sable** afin de faciliter la digestion ultérieure des lombrics.

Il faut ensuite ajouter précautionneusement de l'eau tout en vérifiant qu'elle ne percole pas à travers le carton. Cela a uniquement pour objectif d'atteindre un niveau d'humidité favorable pour le développement des décomposeurs. On ajoute alors les vers sur cette litière qui vont s'y enfouir. On peut ajouter un peu de matière organique végétale et des coquilles d'oeufs. On peut recouvrir d'une nouvelle litière de carton et papier et attendre.

La fibre de coco peut être placée dans la litière avant d'amorcer le lombricomposteur. Les vers vont la consommer et son pH neutre fournira des conditions de développement favorables. De plus, on peut commencer par amorcer le lombricomposteur avec un **substrat d'apport**. Il préserve de la venue des insectes, protège de l'humidité et tamponne le pH. Par exemple, de la **tourbe blonde** et **noire** fera parfaitement l'affaire.

De plus, on peut ajouter dans les premiers temps un **tapis de chanvre**. Cela va favoriser le déplacement des vers en surface en y maintenant un certain taux d'humidité, empêcher le développement des moucheron et autres insectes et protéger du froid en hiver. On peut l'imbiber de lombrithé dilué avec de l'eau. Le tapis de chanvre doit être remplacé tous les deux à trois mois, mais est idéal pour le démarrage du lombricomposteur.

Il est primordial si on ajoute en même temps que le terreau ou à sa place du fumier de cheval (ou n'importe quel autre effluent d'élevage) de vérifier le traitement des animaux. Une précaution essentielle est de vérifier que les chevaux n'ont pas été vermifugés il y a peu de temps pour des raisons qui ne nécessitent pas d'être détaillées.

Il est essentiel de maintenir une litière d'environ **30 cm de profondeur** pour le bon développement des vers. Cela permet aux conditions climatiques d'être relativement bien tamponnées pour maintenir un bon développement des vers de compost.

ii. L'attitude des vers

Selon la littérature, il faut environ une à deux semaines pour que les vers s'acclimatent à ce nouvel environnement. Il est inutile de s'inquiéter durant cette période et ce même si les vers consomment assez peu dans un premier temps. Durant les premières semaines, il est inutile d'ajouter de la matière organique.

Suite aux deux semaines, il est possible d'ajouter de la matière organique, puis d'augmenter peu à peu les quantités de végétaux et de cartons en fonction de la vitesse de dégradation des intrants.

Dans le cas où les vers se regroupent en **pelote dans un coin**, sont **morts** ou cherchent tous à sortir du lombricomposteur, il faut s'inquiéter. La présence d'une toxine, comme du vermifuge venant du fumier ou des végétaux chargés en tanins, ou les conditions physico-chimiques ne sont sans doute pas respectées. Il faut alors rapidement remédier à la situation.

4. Intrants du lombricomposteur

a. Tapis d'humidification

Le tapis d'humidification est une couche qui permet de conserver l'humidité dans le lombricompost tout en assurant une aération de celui-ci. Il faut le placer directement sous le couvercle, au-dessus des déchets les plus frais. Les vers auront ainsi l'impression d'être, comme dans la nature, juste en dessous du sol et viendront se nourrir des déchets récemment placés dans le lombricomposteur. Une fois dégradé, il servira d'apport de matières carbonées pour le lombricompost.

i. Cartons

Le carton a l'avantage d'être **disponible facilement**. Cependant il nécessite un remplacement régulier étant donné qu'il **se dégrade rapidement**. Il faut veiller à ne pas utiliser de cartons avec des impressions dessus, bien que les encres actuelles n'ont plus la même composition, ce qui est bien moins dangereux pour le lombricomposteur.

ii. Papier journal

Comme le carton, il a l'avantage d'être **disponible** sans difficultés même s'il faut le **remplacer souvent**. Il ne présente pas de différence majeure avec le carton.

iii. Fibre de chanvre

Constitué d'un mélange de fibre de chanvre et de lin, il sera dégradé par les vers en **2 ou 3 mois** environ. Son rôle est principalement de maintenir l'humidité dans le milieu du lombricomposteur et d'éviter le développement de mouches.

iv. Toile de jute

Ce textile bien aéré a l'avantage d'avoir **une durée de vie importante**. Ainsi nous recommandons son utilisation pour notre lombricomposteur.

v. Autres textiles

Autres textiles : Tout textile peut-être utilisé du moment qu'il ne contient aucun détergent ou produit de synthèse qui pourrait être nocif pour les vers. Il faut donc des éléments naturels, comme de la matière brute végétale.

b. Apports organiques

i. Types d'apports végétaux

Les vers sont des organismes assez **résilients** qui travaillent en synergie avec d'autres insectes et microorganismes afin de dégrader la matière organique. Ils peuvent donc consommer et transformer un très grand nombre de types de végétaux différents. Cependant, certaines portions de plantes et certains fruits ou légumes sont prohibés sous risque de nuire au développement des lombrics.

Ainsi, il est important de savoir que les **racines** et **tiges** des plantes vont être dégradées plus lentement que les portions aériennes comme les **feuilles**. Les légumes et les végétaux morts sont très bien consommés par les vers. Il faut cependant faire attention à la présence de **pesticides** (risque faible) ou de **tanins** (éviter de mettre exclusivement de la laitue, du cannabis ou de l'acacia). La laitue va être consommée par les vers, mais moins rapidement que d'autres épluchures ou que les feuilles de la majorité des végétaux. Le poireau peut tout à fait être placé dans un lombricomposteur.

ii. Végétaux à NE PAS mettre

Les **végétaux réputés vermifuges** comme l'**ail**, les **échalotes** et les **oignons** ne doivent jamais être mis dans le lombricomposteur. Les **plastiques**, même ceux biodégradables, ne doivent pas non plus se retrouver dans le lombricomposteur.

Il ne faut pas mettre de **viande** ou de **poisson** à l'intérieur d'un lombricomposteur et éviter autant que faire se peut les **déchets gras**. Les **agrumes** sont aussi à proscrire. Il ne faut jamais mettre uniquement de la tonte de gazon, mais la mélanger avec d'autres déchets.

La **rhubarbe** est une autre plante à proscrire de la même façon que les **ananas** (chair et pelure) et les **avocats** (pelure et noyau).

5. Produits du lombricomposteur

a. Estimations

Le volume de déchets consommé par les vers de terre dépend du respect des compositions des intrants, des conditions climatiques et d'autres paramètres comme la présence de parasites. Il met un certain temps à atteindre un plateau car il y a avant une phase de croissance exponentielle de la population de vers de terre.

Pour parvenir à estimer la consommation de déchets, nous avons réalisé une modélisation sous R (**Annexe 6**) qui permet de visualiser graphiquement l'évolution de la population de vers et d'avoir une estimation du temps nécessaire pour que la population se stabilise. Nous y avons ajouté la dynamique de consommation de déchets. Ce modèle dépend des hypothèses de départes comme loi de dynamique de population utilisée ou la non intervention de prédateurs et de la population de vers introduits dans le lombricomposteur.

b. Collecte

Le lombricomposteur, outre sa capacité à consommer de grandes quantités de déchets organiques, produit deux **extrants** aux propriétés intéressantes. Le premier est le **compost**, dont la qualité est légèrement supérieure selon la littérature au compost obtenu par des méthodes traditionnelles. Le second est le **lombrithé**, un liquide résultant de l'eau de percolation, particulièrement riche en microorganismes et en éléments minéraux dissous.

N'ayant pas encore trouvé la composition du compost et du lombrithé, nous ne pouvons donner que la composition moyenne des déjections des vers. Le ratio est le suivant : **C/N 12-15/1, 1,5% à 2,5% de N, 1,25% à 2,25% de P2O5 et 1% à 2% de K2O** avec un **taux d'humidité de 75 à 80%**. Nous faisons donc l'hypothèse que le compost et lombrithé est sensiblement similaire en composition aux déjections des vers, avec en plus des bactéries et de la matière organique.

Afin d'avoir une idée plus fine de la composition des extrants du lombricomposteur, il est possible de faire des analyses de ce dernier. Par exemple, le laboratoire Aurea peut réaliser des mesures pour un prix de 228 euros TTC. Les résultats d'une analyse ont été obtenus, mais il faut garder à l'esprit que cela n'est qu'une estimation. La **composition** dépend de ce qui est apporté dans le lombricomposteur.

Document complet disponible sur :

https://www.optigede.ademe.fr/sites/default/files/fiches-actions-documents/Analyse%20lombricompost_lombrith%C3%A9%20CAPV%202016.pdf

i. Compost

La concentration en **azote**, **phosphore** et **potassium** y est plus élevée que sur un compost traditionnel, mais il faut faire attention à savoir le doser. La grande majorité des éléments nutritifs des plantes peuvent provoquer un empoisonnement si les doses sont trop importantes. Son utilisation peut être particulièrement intéressante sur un sol pauvre en matière organique.

Le compost se récolte dans un bac par une **trappe** installée spécifiquement à cet effet. Il est très fréquent d'y trouver des lombrics. Selon ce que l'on désire en faire, plusieurs options s'offrent alors. Il est possible de chasser les vers en laissant le compost au **soleil**, faisant fuir ces derniers vers le bas, et récolter petit à petit les portions superficielles. On peut les récolter à la main ou utiliser un tamis. Sinon, les vers peuvent être épandus en même temps que le compost sans chercher à tous les récupérer.

Une méthode alternative existe pour récupérer *Eisenia Fetida*. Pour ce faire, on plante un tube poreux contenant 25 mL de jus de culture de **G.candidum** dans le compost récupéré. Ce champignon produit des hormones attirant les lombrics *Eisenia Fetida* en dehors de leur milieu naturel. Cela est efficace en conditions de laboratoire, mais nous n'avons pas trouvé de cas appliqué. De plus, cela demande d'avoir un élevage de **G.candidum**.

Sa composition est variable selon le type de vers, les conditions de pH et de température, ainsi que la nature des intrants apportés. Cependant, si l'on respecte les conditions optimales de ce présent document, il est possible d'obtenir un produit aux caractéristiques semblables.

On précise que les valeurs sont présentées dans deux conditions : brut et sec. Le premier cas correspond au compost une fois séché (car il est souvent très humide lors de la récolte mais est utilisé sec). La seconde condition correspond aux conditions de récolte au moment du prélèvement.

Pour les **valeurs brutes**, on observe (méthode Kjeldahl) un pourcentage d'azote total de **0,522%**, c'est à dire **5,22 g/kg**. Le rapport matière organique sur azote organique est de 22,9%, c'est à dire 229 g/kg. Pour les autres concentrations, on observe **3,4 g/kg de P2O5**, **7,4g/kg de K2O**, **1,7 g/kg de MgO**, **19,4 g/kg de CaO** et **0,2 g/kg de Na2O**. De plus, on observe **2,1 g/kg de SO3**.

Pour les valeurs sèches, on observe un pourcentage d'azote total de 29,7 g/kg. Le rapport matière organique sur azote organique est de 229 g/kg. Pour les autres concentrations, on observe 19,7 g/kg de P2O5, 42,5 g/kg de K2O, 9,8 g/kg de MgO, 111 g/kg de CaO et 12,2 g/kg de Na2O. De plus, on observe 2,1 g/kg de SO3.

Les concentrations en chlorure, aluminium, fer, arsenic, zinc, cadmium, plomb, mercure, cobalt... sont observées en dessous des seuils de détection dans les documents observés.

On observe une demande biochimique au bout de 5 jours de O₂ de 25 mg/L, ce qui permet peut-être d'estimer la quantité de matière organique. On observe également 52 mg/L de matière en suspension dans le lombrithé. L'azote global est quant à lui de 200 mg/L et le phosphore de 69 mg/L.

Dans le tableau de l'**Annexe 2**, les valeurs sont données en pourcentage. Il faut donc les multiplier par 10 pour obtenir des valeurs en g/kg. La colonne la plus à droite correspond à la matière brute et la colonne un peu plus à gauche à la matière sèche.

ii. Lombrithé

Le lombrithé est obtenu grâce à la **condensation de l'eau** présente dans la matière organique dégradée par le lombricomposteur qui ne peut s'évaporer. La quantité récoltée dépend essentiellement de la quantité de déchets initialement introduite dans le lombricomposteur et un peu de leur nature. Les fruits ou feuilles par exemple, riches en eau, auront tendance à augmenter la production de liquide. Les déchets avec un **ratio C/N** plus élevé en produisent beaucoup moins.

Ce liquide est riche en éléments nutritifs, notamment NPK, et constitue un engrais de choix pour les plantes. Cependant, sa très forte concentration requiert un **dilution de 1/10 à 1/15** selon les sources et selon les besoins des cultures visées.

Bien entendu, une analyse de la composition du lombrithé et un suivi sur le temps de sa composition sera essentiel pour pouvoir **réutiliser le lombrithé** dans une ferme hydroponique ou aquaponique.

Il est conseillé de **laisser le robinet ouvert** si l'on ne vient pas **régulièrement** récupérer le lombrithé, sous peine de voir l'humidité augmenter et menacer la survie des lombrics.

Concernant la composition du lombrithé, elle est elle aussi variable en fonction des intrants et des conditions physico-chimiques, mais nous avons trouvé quelques valeurs dans la littérature pouvant donner une estimation de la composition future du lombrithé produit. Le principal document source sera disponible en **Annexe 2**.

Le lombrithé permet aussi de lutter contre *C.leucomelas* selon certaines études.

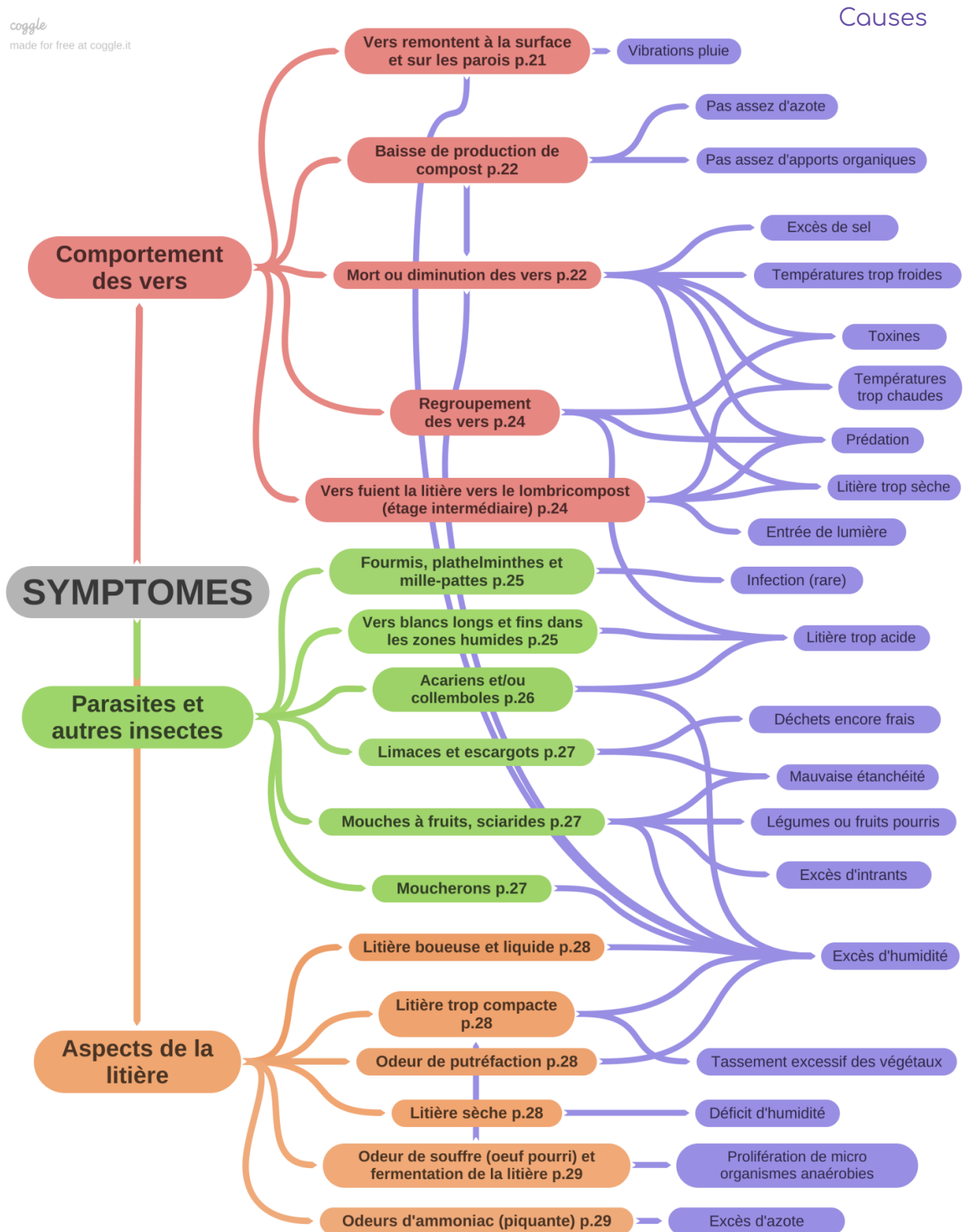
c. Valorisation locale des produits

Le compost peut servir à enrichir les sols de l'exploitation ou être fourni aux particuliers. En revanche, il faut noter que le compost de lombricomposteur est très riche en azote, ce qui peut permettre d'améliorer la qualité de certains sols, mais représente un risque d'empoisonnement pour certaines plantes.

Chapitre 3

Entretien et imprévus du lombricomposteur

coggle
made for free at coggle.it



1. Arbre de décision

L'arbre de décision ci-contre permet de lier rapidement certains symptômes à leurs causes ainsi qu'aux solutions détaillées pour maintenir un fonctionnement optimal. **Une même cause peut avoir plusieurs symptômes qui la corroborent et qu'il convient d'analyser !**

2. Symptômes sur le comportement des vers

a. Les vers remontent à la surface et/ou sur les parois

- **Les vibrations dues à la pluie** si celle-ci tombe directement sur le lombricomposteur peuvent perturber les vers, les poussant à fuir en surface et sur les parois.

Pour maintenir des conditions optimales de températures et améliorer l'efficacité du lombricomposteur, il peut être placé **sous serre** pendant l'hiver et **sous un abri** (panneau solaire) durant l'été. De la même façon, il faut maintenir le lombricomposteur aussi loin que possible d'autres sources de vibration éventuelles.

- **Un excès d'humidité** (> 80%) peut être fatal à la population de vers. Il peut être relié à de nombreux autres symptômes (voir arbre) dont un rapport C/N trop faible et peut être mesuré avec un appareil spécialisé. Voici les points à vérifier :
 - S'assurer de **l'étanchéité du lombricomposteur** et vérifier que le couvercle ne laisse pas l'eau pénétrer à l'intérieur.
 - S'assurer que **le lombrithé ne s'est pas trop accumulé**, que le robinet n'est pas bouché. Si tel était le cas, l'excès d'humidité proviendrait de l'accumulation de l'eau qui remonte par capillarité dans la litière. Il est donc essentiel de vider régulièrement le lombrithé (tous les mois environ).
 - Corriger ses **apports en intrants** dans le lombricomposteur. Pour ce faire, il faut couper en petits morceaux du carton, du papier et des coquilles d'œufs et les placer à l'intérieur de la litière en homogénéisant. Il est possible de laisser le couvercle ouvert pour permettre à l'eau de ne pas se condenser et équilibrer l'humidité plus rapidement.

Un bon **indicateur d'une humidité idéale** est la présence de quelques gouttelettes issues de la condensation sur le couvercle du lombricomposteur. On peut aussi prendre une poignée de litière et regarder si de petites gouttes d'eau y perlent.

b. Une baisse de production de compost

- La diminution d'une partie de la population des vers voir 2.c.
- Le déficit en apports organiques est logiquement un **facteur limitant** pour la production de compost, et peut mettre en difficulté la population de vers en créant une compétition pour la nourriture. Il faut donc veiller à toujours maintenir un niveau convenable de déchets, tout en **respectant l'équilibre C/N** décrit ci-dessous.
- Le déficit en azote (N) peut très vite devenir un **facteur limitant** pour la bonne activité des lombrics. La clé de la réussite du compostage est la **maîtrise du ratio sur C/N**.

Les matières de nature ligneuse (racines, brindilles, paille...) contiennent de grandes quantités de carbone. A l'opposé, **les matières de type déchets verts (feuilles, tonte, tiges...) sont plus riches en azote**. Les racines sont plus longues à dégrader que les portions aériennes des plantes, ce qui ralentit la productivité du lombricomposteur. A l'inverse, trop d'azote accélère le compostage mais au détriment de sa qualité (voir

Le tableau **Annexe 3** récapitule le ratio C/N dans différents matériaux pouvant faire office d'intrants pour le lombricomposteur. Afin d'estimer les quantités à ajouter, le but étant d'arriver à un **rapport C/N de 25** on peut utiliser la formule de l'**Annexe 4**.

c. Mort ou diminution de la population des vers

- Une température trop haute ou trop basse peut mettre en difficulté les vers et altérer le rendement du lombricomposteur. L'optimum de température se situe **entre 20°C et 25°C**.
- Lors de la **période hivernale**, la baisse des températures extérieures peut entraîner une diminution de l'activité métabolique des lombrics : en dessous de **15°C**, les vers passent en vie ralentie, entraînant une diminution de la productivité du lombricomposteur. Un gel prolongé (en dessous de **1°C**) peut entraîner la mort de ces organismes pourtant très résilients. Cependant, il faut prendre en compte le fait que l'activité métabolique des lombrics et bactéries dégradant la matière organique **génère de la chaleur**.

On peut donc protéger le lombricomposteur du gel en hiver en le couvrant de polystyrène expansé, le placer dans un **endroit plus chaud** (serre, garage...) et **ajouter de la nourriture**.

- Durant **l'été** ou en conservant le lombricomposteur sous une serre, les températures extérieures peuvent dépasser les **25°C**, ce qui ralentit le métabolisme des lombrics et

leurs capacités à se reproduire. Au-delà des **33°C** pendant une longue période, les vers risquent de mourir. Nous notons toutefois que la capacité du lombricomposteur étant importante, ces derniers peuvent migrer temporairement vers des zones moins chaudes. Un dépassement de quelques heures à quelques jours au-delà des températures optimales ne doit donc pas inquiéter.

Il convient donc de **protéger le lombricomposteur de la chaleur** en le **maintenant à l'ombre**, sous un arbre ou un abri. Dans notre cas, le lombricomposteur ne doit pas être maintenu sous la serre quand la température s'élève au-dessus de 25 à 30°C.

En cas de **très fortes chaleurs** ou d'oubli du lombricomposteur en plein soleil, il peut être judicieux de refroidir l'ensemble en **arrosant le lombricomposteur**. Attention cependant à ne pas noyer les vers.

- **Une litière trop sèche ou déficit d'humidité**
voir
- **Un excès de sel** n'est pas supporté par les vers au-delà de **5 mg/g** (0,5%). Il est possible de mesurer la salinité de la litière, du compost et du lombrithé, mais les risques d'atteindre une salinité aussi élevée sont faibles avec les apports normaux de la ferme.

Ainsi, dans le cas où des **algues marines** sont utilisées pour approvisionner le lombricomposteur, il est essentiel de surveiller la quantité de sel et de rincer abondamment les végétaux. Le cas échéant, le sel peut être réduit en **arrosant le lombricomposteur**. Attention cependant à ne pas noyer les vers.

- **La prédation** : les **fourmis**, **plathelminthes** et les **mille-pattes** sont des prédateurs naturels des lombrics. Cependant, les risques sont relativement faibles de voir se développer ce type de prédateur à l'intérieur d'un lombricomposteur.

Pour lutter contre les fourmis on peut **chauler** (ajouter des coquilles d'œuf qui vont augmenter le pH du milieu) et **humidifier** le lombricomposteur. Des conditions défavorables vont mettre fin à leur invasion. Les mille-pattes sont des prédateurs naturels des lombrics, mais le risque d'infection est extrêmement faible, de même que les plathelminthes, rares en France.

Il faut bien évidemment **ne jamais traiter avec des insecticides**.

- **La présence de toxines** peut expliquer la diminution de la population lorsque aucune des causes précédentes ne se manifeste. En effet, certains **vermifuges**, **détergents**, **pesticides** et **tanins** peuvent tuer les lombrics. Cependant, le risque de vermifuges ne se pose qu'en cas d'ajouts d'effluents d'élevage. Si certains pesticides sont utilisés lors de la production de végétaux, cela peut représenter une menace pour les vers.

Le risque le plus probable est la présence de **tanins**. Ces molécules sont présentes chez de très nombreuses espèces de plantes, mais se retrouvent en grande quantité dans les **thés verts** et les plantes à latex comme les **pissenlit**, la **laitue** et le **cannabis** ou même l'**acacia**.

La seule solution viable est de **corriger les apports des différents aliments** dans le lombricomposteur et de n'avoir pas atteint une concentration en tanin (qui va s'évacuer via le lombrithé et le compost) entraînant la disparition totale des lombrics.

d. Le regroupement des vers

- Une litière trop acide peut nuire à la santé des vers et à leur productivité. Le contrôle du pH est essentiel pour le développement des vers. La **mesure du pH** peut se faire avec un papier pH ou être calculée avec les apports réalisés.

Pour le **papier pH**, il faut prélever des échantillons en 4 points de la litière et les diluer dans de l'eau distillée, puis homogénéiser en agitant. Ensuite, il faut tremper une bandelette à pH dans la solution pour mesurer le pH. On peut aussi mesurer le **pH du compost** et **du lombrithé** afin d'estimer le pH de la litière. Cette mesure peut être effectuée rapidement mais donne des résultats peu précis.

L'**observation d'autres symptômes** comme l'apparition d'*Enchytrés* (petits vers blancs) ou d'acariens peut aussi être particulièrement utile (voir arbre).

La solution est de réhausser le pH du milieu en ajoutant de la **craie**, de la **chaux dolomite**, des **coquilles d'oeufs** ou du **bicarbonate de soude** (avec parcimonie). L'avantage de ces composants est qu'ils permettent de maintenir un pH neutre ou légèrement basique sur une longue période en servant de tampon. Il n'y a **pas de risque de rendre le milieu trop basique**.

- La prédation
voir 2.c.
- La présence de toxines
voir 2.c.

e. Les vers fuient vers l'étage intermédiaire (lombricompost)

- L'**entrée de lumière** entraîne la fuite immédiate des vers en profondeur, sans incidence sur leur santé. C'est la raison pour laquelle le lombricomposteur est opaque et clos. Veillez à bien refermer le couvercle !
- Une température trop haute
voir 2.c.

- Une litière trop sèche (déficit d'humidité)
voir
- La prédation
voir 2.c.

3. Symptômes liés aux parasites et autres insectes

Les vers sont des organismes vivants, et de ce fait ils sont sensibles à des parasites et **prédateurs potentiels**. Ainsi, certains acariens ou des plathelminthes peuvent représenter une menace pour les lombrics. Nous avons donc répertorié les espèces représentant un risque faible et celles représentant un risque élevé. Généralement, les lombricomposteurs maintiennent des **conditions physico-chimiques stables et optimales** pour le développement des lombrics, ce qui entraîne de facto des difficultés de développement pour de potentiels prédateurs et parasites.

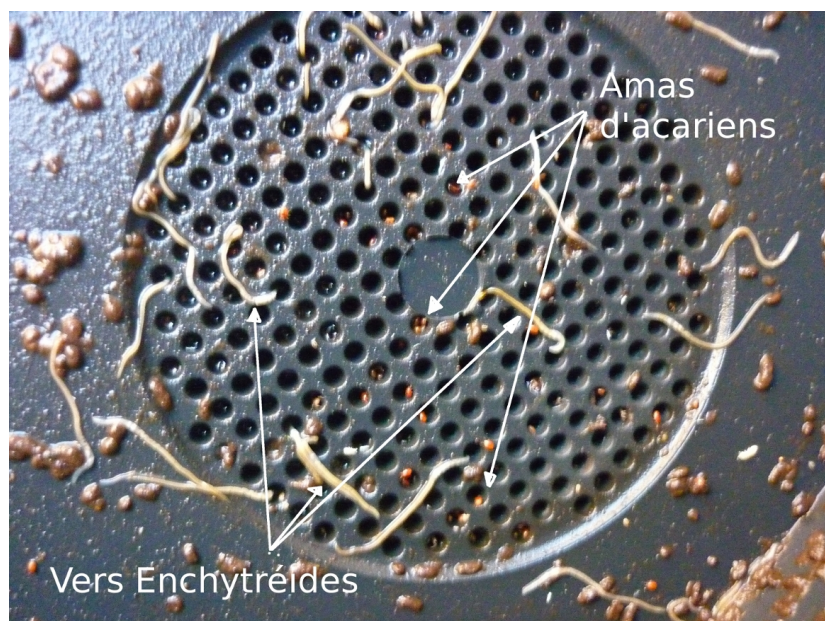
a. Invasion de fourmis, plathelminthes ou mille-pattes

- L'infection du lombricomposteur
voir 2.c. "La prédation"

b. Présence de vers blancs (Enchytrés) dans les zones humides

- Une litière trop acide
voir 2.d.

Présence d'Enchytrés dans une grille d'aération. source : Vers la Terre, forum, 2015



c. Présence d'acariens et/ou de collemboles

- Une litière trop acide
voir 2.d.
- Un excès d'humidité
voir 2.a.

Les **acariens** peuvent proliférer très rapidement dans un lombricomposteur en cas d'**humidité** trop forte ou d'acidité de la litière.

Ce sont de minuscules arachnides à 8 pattes, sans danger pour les vers tant qu'ils sont peu nombreux. Les acariens en petit nombre sont souvent **bénéfiques**, car ils préparent la digestion des végétaux, mais trop d'acariens ou des acariens parasites des vers peuvent nuire au fonctionnement du lombricomposteur.

Les collemboles sont des insectes de 2 à 3 mm. Leur prolifération est signe d'une humidité excessive à l'intérieur de notre lombricomposteur.

Acarien ; source : Le monde des insectes, forum, 2011



d. Présence de limaces et d'escargots

- **Des déchets trop frais** sont consommés par les **escargots** et les **limaces**, qui entrent en **compétition avec les lombrics**. Cependant, ils ne représentent pas une menace pour l'intégrité et l'efficacité du lombricomposteur. Ils n'entrent pas à l'intérieur de la litière et peuvent être retirés à la main.
- **Une mauvaise étanchéité**
voir 2.a. "Un excès d'humidité"

e. Présence de mouches à fruits ou de sciarides

- **Une mauvaise étanchéité**
voir 2.a. "Un excès d'humidité"
- **Un excès d'humidité**
voir 2.a.
- **Un excès d'intrants**, particulièrement si les plantes sont laissées en décomposition en dehors du lombricomposteur, peut attirer les mouches qui pondent alors dans le lombricomposteur.
- **Des légumes ou des fruits pourris** attirent les mouches durant les périodes estivales. Les solutions existantes sont de **recouvrir avec du carton** la portion exposée à la surface et de maintenir le lombricomposteur fermé avec son couvercle le plus souvent possible.

f. Présence de moucherons

- **Des légumes ou des fruits pourris**
voir ci-dessus
- **Un excès d'humidité**
voir 2.a.

4. Symptômes sur les aspects de la litière

a. Une litière boueuse ou trop liquide

- Un excès d'humidité

voir 2.a.

b. Une litière trop compacte

- Un excès d'humidité

voir 2.a.

- Le tassement excessif des végétaux impacte négativement la vitesse de digestion de ces derniers par les vers et donc l'efficacité du lombricomposteur. Cette densité doit être **inférieure à 640 kg/m³** et **supérieure à 350 kg/m³** pour permettre un optimum de digestibilité des aliments. Afin d'estimer la densité des éléments placés dans le lombricomposteur, on peut se référer à l'**Annexe 5** du guide technique du lombricomposteur.

En règle générale, les éléments vont avoir tendance à se compacter au fur et à mesure de leur dégradation. L'**activité des lombrics** va avoir un effet contraire en aérant la litière. Il est possible de recréer de la porosité en **ajoutant des branchages** et en remuant avec prudence la litière.

c. Une litière trop sèche (déficit d'humidité)

- Un déficit d'humidité entraîne la fuite des vers dans les zones humides, la réduction de leur activité et à terme leur mort. Le **taux d'humidité** doit demeurer **supérieur à 50%** dans tous les cas. Il est possible de réaliser des mesures, mais le cas échéant, l'observation des symptômes est essentielle. Pour apprécier le taux d'humidité, il faut prendre une poignée de litière et regarder si de petites gouttes d'eau (futur lombrithé) perlent.

Dans ce cas, la principale solution est **d'humidifier** la litière en **pulvérisant** de l'eau. Il faut toutefois faire attention de ne pas complètement noyer la litière au risque de tomber dans l'excès inverse.

Un bon indicateur d'une humidité idéale est la **présence de quelques gouttelettes** issues de la condensation sur le **couvercle du lombricomposteur**.

d. Une odeur de putréfaction

- Un excès d'humidité

voir 2.a.

e. Une odeur de soufre (œuf pourri), fermentation de la litière

- La prolifération de micro-organismes anaérobies libère un gaz à odeur d'œuf pourri (H_2S) à cause du manque d'oxygène qui favorise leur prolifération. Cette absence d'oxygène entraîne donc la fermentation de la litière, avec une forte libération de chaleur et très nocive pour la population de vers.

Pour remédier à ce problème, il faut **éviter les excès d'humidité**, pour ne pas provoquer le compactage de la litière, en laissant le lombricomposteur entre-ouvert. L'**ajout de cartons ou papiers** compense également le surplus en eau. Voir 2.a "Un excès d'humidité" pour plus d'informations.

f. Une odeur d'ammoniac (piquante)

- Un excès d'azote peut entraîner un déséquilibre du lombricomposteur néfaste pour la qualité du compost. La clé de la réussite du compostage est la **maîtrise du ratio sur C/N**.

Les matières de nature ligneuse (racines, brindilles, paille...) contiennent de grandes quantités de carbone. A l'opposé, **les matières de type déchets verts (feuilles, tonte, tiges...) sont plus riches en azote**. Les racines sont plus longues à dégrader que les portions aériennes des plantes, ce qui ralentit la productivité du lombricomposteur. A l'inverse, trop d'azote accélère le compostage mais au détriment de sa qualité. Le tableau **Annexe 3** récapitule le ratio C/N dans différents matériaux pouvant faire office d'intrants pour le lombricomposteur. Afin d'estimer les quantités à ajouter, le but étant d'arriver à un **rapport de 25C/N** on peut utiliser la formule de l'**Annexe 4**.

L'**odeur d'ammoniac** est causée par un **apport trop important de matières vertes**, fraîches et riches en azote, dégradées par les vers en ammoniac. Il faut soit les **diminuer en volume**, soit les compenser par un **apport plus important en déchets riches en carbone** (carton, papier, feuilles, racines...). Ouvrir le couvercle pour aérer peut également aider à l'aération.

Bibliographie

Pujol A. (2012), *Modélisation du procédé de compostage : Impact du phénomène du séchage*, Thèse, Hydrologie Hydrochimie Sols Environnement, l'Institut National Polytechnique de Toulouse; [URL : <https://oatao.univ-toulouse.fr/13955/1/pujol.pdf>]

AHMAD SANADI NUR FARZANA, LEE CHEW TIN, SARMIDI MOHAMMAD ROJI, KLEMES JIRI JAROMIR, et ZHANG ZHENJIA, 2019. Characterisation of liquid fertiliser from different types of bio-waste compost and its correlation with the compost nutrients. In : *Chemical Engineering Transactions*. février 2019. Vol. 72, pp. 253-258. DOI [10.3303/CET1972043](https://doi.org/10.3303/CET1972043).

ANON., [sans date]. *db0fe7ee6bc152174802f478d2d29447.pdf* [en ligne]. S.l. : s.n. [Consulté le 16 septembre 2021 a]. Disponible à l'adresse : <https://cdn.paris.fr/paris/2021/04/20/db0fe7ee6bc152174802f478d2d29447.pdf>.

ANON., [sans date]. *guide-lombricompostage.pdf* [en ligne]. S.l. : s.n. [Consulté le 16 septembre 2021 b]. Disponible à l'adresse : <https://www.terredecamarque.fr/wp-content/uploads/2012/02/guide-lombricompostage.pdf>.

ANON., [sans date]. *pujol.pdf* [en ligne]. S.l. : s.n. [Consulté le 16 septembre 2021 c]. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/13955/1/pujol.pdf>.

BOUIN, Céliane, COUDERC, Nora et GAFFIER, Claire, [sans date]. Commanditaire : Direction de la Propreté et de l'Eau - Mairie de Paris, représentée par M. Patrice Poignard. In : . pp. 49.

CHAOUI, H, [sans date]. Vermicompostage (ou lombricompostage) : Le traitement des déchets organiques par les vers de terre. In : . pp. 8.

FRITZ J, FRANKE-WHITTLE I, HAINDL S, INSAM H, BRAUN R, 2012. *Microbiological community analysis of vermicompost tea and its influence on the growth of vegetables and cereals*. 2012. S.l. : Canadian Journal of Microbiology. 58:836–47

M. PUSSARD, 1983. *Généralités sur le lombricompostage des déchets organiques* [en ligne]. 1983. S.l. : s.n. [Consulté le 16 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02858529>. Archives-ouvertes.fr HAL (hal-02858529)

MUNROE, Glenn, [sans date]. Guide du lombricompostage et de la lombriculture à la ferme. In : . pp. 37.

MUNROE, Glenn, [sans date]. Guide du lombricompostage et de la lombriculture à la ferme. In : . pp. 37.

MYERS, Richard, [sans date]. Vermicomposting: The Basics. In : *The Basics*. pp. 12.

PUSSARD, M., 1983. *Généralités sur le lombricompostage des déchets organiques* [en ligne]. S.I. : Compost Information. [Consulté le 16 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : <https://hal.inrae.fr/hal-02858529>.

ST. MARTIN, C. C. G., 2014. Potential of compost tea for suppressing plant diseases. In : *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* [en ligne]. 1 avril 2014. Vol. 9, n° 032. [Consulté le 16 septembre 2021]. DOI [10.1079/PAVSNNR20149032](https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20149032). Disponible à l'adresse : <http://www.cabi.org/cabreviews/review/20153038604>.

Myers R., 2013, *Vermicomposting: The Basics*, National Sustainable Agriculture Information Service, ATTRA, Consulté le 17 septembre 2021. Disponible sur : [vermicopost.indd\(eco-tea.ca\)](http://www.tracta.ca/vermicopost.indd(eco-tea.ca))

Chaoui H., 2010, *Vermicompostage (ou lombricompostage) : Le traitement des déchets organiques par les vers de terre*, Fiche technique n° 10-010, Ontario, Consulté le 18 septembre 2021, Disponible sur : [10-010 v2 \(gov.on.ca\)](http://www.gov.on.ca/fr/10-010_v2)

Le guide du lombricompostage simple, complet, pratique, ferme lombricole de Cabriès, Consulté le 17 septembre 2021, Disponible sur : [guide-lombricompostage-2 \(terredecamargue.fr\)](http://www.terredecamargue.fr/guide-lombricompostage-2)

Munroe G, *Guide du lombricompostage et de la lombriculture à la ferme*, Centre d'agriculture biologique du Canada, Consulté le 18 septembre 2021, Disponible sur : https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Fertilisation-des-Terres-et-des-Sols/compostage/Vermiculture_FarmersManual_gm_fr.pdf

Appelhof, Mary. «Notable Bits», WormEzine, vol. 2, no 5. Consulté le 15 septembre 2021, Disponible sur : <http://www.wormwoman.com>

Fiche technique : Le Lombricompostage, Service du développement durable, Consulté le 16 Septembre 2021, Disponible sur : https://www.service-public.pf/sdr/wp-content/uploads/sites/28/2017/05/fiche_lombricompost.pdf

Les espèces de vers utilisées pour le lombricompostage, Forum : Plus2Vers, Disponible sur : <https://plus2vers.com/fr/lombricompostage/especes-vers-utilises-lombricompostage/>

Contactez un donateur de vers de compost !, Site internet : Plus2Vers, Disponible sur : <https://plus2vers.com/fr/carte-donateurs-vers-compost/>

Guide du lombricompostage, VAL-ECO, Eco-Worms, Disponible sur : http://www.valeco41.fr/pdf/guide_lombricompostage.pdf

David, *Mouchérons dans un lombricomposteur : Comment en venir à bout*, 2019, Site internet : Plus2Vers, Disponible sur : <https://plus2vers.com/fr/comment-venir-a-bout-des-mouchérons-dans-lombricomposteur/>

Un nouveau ver plat envahit nos jardins et menace la biodiversité, futura planète, 2020, Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/animaux-nouveau-ver-plat-envahit-nos-jardins-menace-biodiversite-71343/>

Trop d'humidité ou pas assez ?, *Lombricomposteur : Guide comparatif 2021* Disponible avec: <https://www.lombricomposteur-vermicomposteur.fr/humidite/>

Canal Blog, Comment déterminer le degré d'acidité (pH) de votre terre ? Disponible sur: <http://jardinoscopeprat.canalblog.com/archives/2007/03/13/4300619.html>

Chaoui H., 2010, *Vermicompostage (ou lombricompostage): Le traitement des déchets organiques par les vers de terre*, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales, Ontario Disponible sur: <http://docplayer.fr/126516909-Vermicompostage-ou-lombricompostage-le-traitement-des-dechets-organiques-par-les-vers-de-terre-h-chaoui.html>

Vers la terre: Le lombri-jardinage facile Disponible sur: https://www.verslaterre.fr/pg-27-mn-2-ssmn-4-sssmn-21-titre-la_faune_-html/
Vertibio blog Disponible sur: <https://vertibio.fr/les-vers-de-compost-le-lombricompostage/>

Zirbes L., *Ecologie chimique du milieu édaphique: interactions entre deux moisissures Mucor sp. et Geotrichum candidum et le ver rouge Eisenia fetida (Oligochaeta, Lumbricidae)* Disponible sur: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/126248/1/Rapport%20%20comit%C3%A9%20de%20travail%20sur%20le%20compost%20et%20les%20vers%20de%20terre%20de%20Zirbes.pdf>

Tchaker et al, 2015, *Etude de l'efficacité de différents éliciteurs inducteurs de résistance au bioagresseurs. Cas des biofertilisants et des huiles essentielles sur le puceron vert du peuplier*, Revue Agrobiologia 2015; N°7, 43-50 Disponible sur: <http://agrobiologia.net/online/wp-content/uploads/2015/01/43-50-TCHACKER-8p.pdf>

ANNEXES

Annexe 2

Azote global (NTK+N-NOx)	NT	%	2,97	0,522
Rapport MO/N organique			22,9	
Azote ammoniacal (Colorimétrie)	N-NH ₄	%	inf à 0,001	inf à 0,001
Azote nitrique (Chromatographie ionique)	N-NO ₃	mg.kg ⁻¹	1 240	217
Azote uréique (M.I.- spectrophotométrie)	Nuréique	%	< 0,10	< 0,02
Phosphore	P ₂ O ₅	%	1,97	0,34
Potassium	K ₂ O	%	4,25	0,74
Magnésium	MgO	%	0,98	0,17
Calcium	CaO	%	11,1	1,94
Sodium	Na ₂ O	%	0,10	0,02
Total N _T + P ₂ O ₅ + K ₂ O		%		1,60
Soufre	SO ₃	%	1,22	0,21

Annexe 3

$$R_m = \frac{n_1 * R_1 + n_2 * R_2}{n_1 + n_2}$$

R_m : Rapport C/N du mélange

R₁ : Rapport C/N du composant 1

R₂ : Rapport C/N du composant 2

n₁ : Quantité du composant 1

n₂ : Quantité du composant 2

Annexe 4

Rapport C/N de différentes matières organiques	
Urine	0.8
Jus d'écoulement du fumier	1.9-3.1
Déchets d'abattoir mélangés	2
Déchets verts de plantes (tiges, feuilles...)	20-60
Humus	10
Compost de fumier après 8 mois de fermentation	10
Gazon	10
Fientes de volailles	10
Compost de fumier après 4 mois	15
Fanes de légumineuses	15
Luzerne	16-20
Fanes de pomme de terre	10-25
Fumier de ferme frais avec apport de paille abondant	30
Tourbe noire	30
Feuille d'arbre (à la chute)	20-60
Paille de céréales	50-150
Paille d'avoine	50
Paille de seigle	65
Paille de blé	150
Ecorce	100-150
Papier	150
Sciure de bois décomposée	200

Annexe 5

Tableau des densités de diverses matières organiques

<i>Type de matières</i>	<i>Densités minima au m³</i>	<i>Densité maximum au m³</i>
Branches	120 kg	180 kg
Branches broyées	230kg	330 kg
Gazon frais	350 kg	500 kg
Déchets mélangés frais (branches et gazon) non broyé	250 kg	300 kg
Déchets mélangés frais (branches et gazon) broyé	350 kg	450 kg
Vieux gazon dans une benne	550 kg	700kg
Feuilles mortes	300 kg	400 kg
Herbe verte fraîche	350 kg	450 kg
Foin (herbe sèche)	120 kg	180kg
Gazon sec	180 kg	250 kg
Déchets de restaurant sec	500 kg	600 kg
Déchets de restaurant humide (lavure)	850 kg	1000kg
Fumier de cheval (frais)	150 kg	220 kg
Fumier de cheval (vieux)	400 kg	500 kg

Annexe 6

#Paramètres variables

m <- 18 #nombre de mois d'étude
r <- 0.38 #taux de croissance mensuel (entre 0.33 et 0.45)
x <- 1 #masse initiale de vers (en kg)
d <- 0.6 #densité du volume de biodéchets broyés (cf grille des densités des matières et faire la moyenne pondérée par la masse)
conv <- 0.3 #taux de conversion de la masse de biodéchets en lombricompost
evap <- 0.3 #taux d'évaporation lié à la température (été principalement)

#Paramètres fixes

K <- 7 #capacité maximale de vers (en kg) du lombricomposteur
ing <- 0.5*30.5 #part de biodéchets ingérés par masse de vers par mois (moitié de la masse des vers sur 30.5 jours)
p <- 1-d #porosité des biodéchets apporté
Vb <- x*ing/p #volume de biodéchets initial à apporter en Litre
b <- x*ing #masse de biodéchets ingérée par mois en kg
y <- 0 #masse de lombricompost
Vy <- 0 #volume de lombricompost
t <- 0 #volume de lombrithé

Lx <- c(x) #liste suivi de la population de vers par mois
LVb <- c(Vb) #liste des quantités de biodéchets à apporter par mois
Lb <- c(b)
Ly <- c(y) #liste des quantités de lombricompost produites par mois
LVy <- c(Vy)

```

Lt <- c(t) #liste des quantités de lombrithé produites mois
LVbcumul <- c(Vb)
Lbcumul <- c(b)

```

#Modèle de production

```

for (n in seq(1,m)) {
  y <- x*ing*conv #production de lombricompost en kg
  Vy <- y*2
  t <- x*ing*(1-conv)*evap #volume de lombrithé produit en L avec perte par évaporation
  x <- x+r*x*(1-x/K) #croissance de la population en un mois
  b <- x*ing
  Vb <- b/p #quantité de biodéchets à apporter en L

```

#Remplissage des listes

```

Ly <- c(Ly, y)
LVy <- c(LVy, Vy)
Lt <- c(Lt, t)
Lx <- c(Lx, x)
LVb <- c(LVb, Vb)
Lb <- c(Lb, b)
LVbcumul <- c(LVbcumul, LVbcumul[n]+Vb)
Lbcumul <- c(Lbcumul, Lbcumul[n]+b)
}

```

```

Prévision_mois <- data.frame("Mois" = seq(0,m),
  "Masse_vers (kg)" = Lx,
  "Apports_biodéchets_(kg)" = Lb,
  "Cumul_apports..kg" = Lbcumul,
  "Apports_biodechets_(L)" = LVb,
  "Cumul_apports_L" = LVbcumul,
  "Compost_(kg)" = Ly,
  "Compost_(L)" = LVy,
  "The_(L)" = Lt
)

```

```
View(Prévision_mois)
```

#Graphique de la dynamique de population de vers suivant une loi de Verhulst

```
plot(Prévision_mois$Mois,Prévision_mois$Masse_vers..kg.)
```