



VALORISATION BIOLOGIQUE DES LITIERES DE CHAT

RAPPORT D'ETUDE



13 MAI 2020



Cabinet ACONSULT
116 rue Pierre Dumond, 69290 Craponne

« Accepter toutes les immondices du royaume,
c'est être le seigneur du sol et des récoltes. »

Lao-Tseu (Tao Tê King)

Sommaire

1. FAISABILITE D'UN COMPOSTAGE DOMESTIQUE	3
1.1 Définition des biodéchets	3
1.2 Que sont les biodéchets ?	3
1.3 Comment gérer en aval les biodéchets ?	5
1.4 Le compostage, un processus biologique	5
1.5 Le compostage domestique	14
2. CONDITIONS NECESSAIRES POUR UNE ACCEPTATION DANS LE BAC BIODECHETS MIS EN PLACE DANS CERTAINES COMMUNES	17
3. RISQUES SANITAIRES POTENTIELS ASSOCIES A LA VALORISATION DES LITIERES PAR COMPOSTAGE OU METHANISATION	19
4. INTERETS DE LA VALORISATION DES LITIERES PAR COMPOSTAGE OU METHANISATION	22
4.1 Intérêts du compost	22
4.2 Intérêts de la méthanisation	25
5. COMPARAISON DES FILIERES DE GESTION DES LITIERES SOUILLEES	27
5.1 Etat des lieux de la gestion des déchets ménagers en France	27
5.2 Etat des lieux de la gestion des litières souillées en France	29
5.3 Impacts du développement des litières végétales sur la gestion des déchets en France	31

1. FAISABILITE D'UN COMPOSTAGE DOMESTIQUE

1.1 Définition des biodéchets

Avant d'aborder les aspects techniques relatifs au compostage des litières pour chat, il est nécessaire de considérer le cadre réglementaire français applicable aux matières admises en compostage, comme d'ailleurs en méthanisation. Notion arbitraire déterminante pour maîtriser les enjeux des traitements biologiques des déchets, les biodéchets désignent de façon restrictive une fraction des déchets produits par l'ensemble des activités humaines.

1.2 Que sont les biodéchets ?

le cadre européen

Par transcription de la directive-cadre communautaire 2008/98/CE et en application de l'art. R.541-8 du code de l'environnement, le droit français définit les biodéchets comme tout déchet non dangereux biodégradable de jardin ou de parc, tout déchet non dangereux alimentaire ou de cuisine issu notamment des ménages, des restaurants, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que tout déchet comparable provenant des établissements de production ou de transformation de denrées alimentaires.

la dimension sanitaire

Les biodéchets sont donc constitués par des déchets végétaux et par les déchets de Cuisine et de Table (DCT), ces derniers déchets contenant ou pouvant contenir des Sous-Produits Animaux (SPAN). Adoptée suite à la crise sanitaire de la *maladie dite de la vache folle* ou phallopathie spongiforme bovine (ESB), infection dégénérative du système nerveux central des bovins, un règlement européen définit les règles strictes de gestion des déchets de cuisine et de table (DCT).

L'annexe 1 point 22 du règlement sanitaire européen n° 142/2011 précise que tous les déchets d'aliments y compris les huiles de cuisson usagées provenant de la restauration et des cuisines, y compris les cuisines centrales et les cuisines des ménages.

Trois catégories de SPAN correspondant aux trois niveaux de risque auxquels sont associés des dispositions spécifiques sont définis comme suit :

- SPAN C1 : cadavres chiens, ruminants, DCT provenant des transports internationaux ;
- SPAN C2 : lisier et cadavres d'élevage, DCT en décomposition ;
- SPAN C3 : déchets de cuisine et table, anciennes denrées, lait, œuf... sans risques sanitaires élevés.

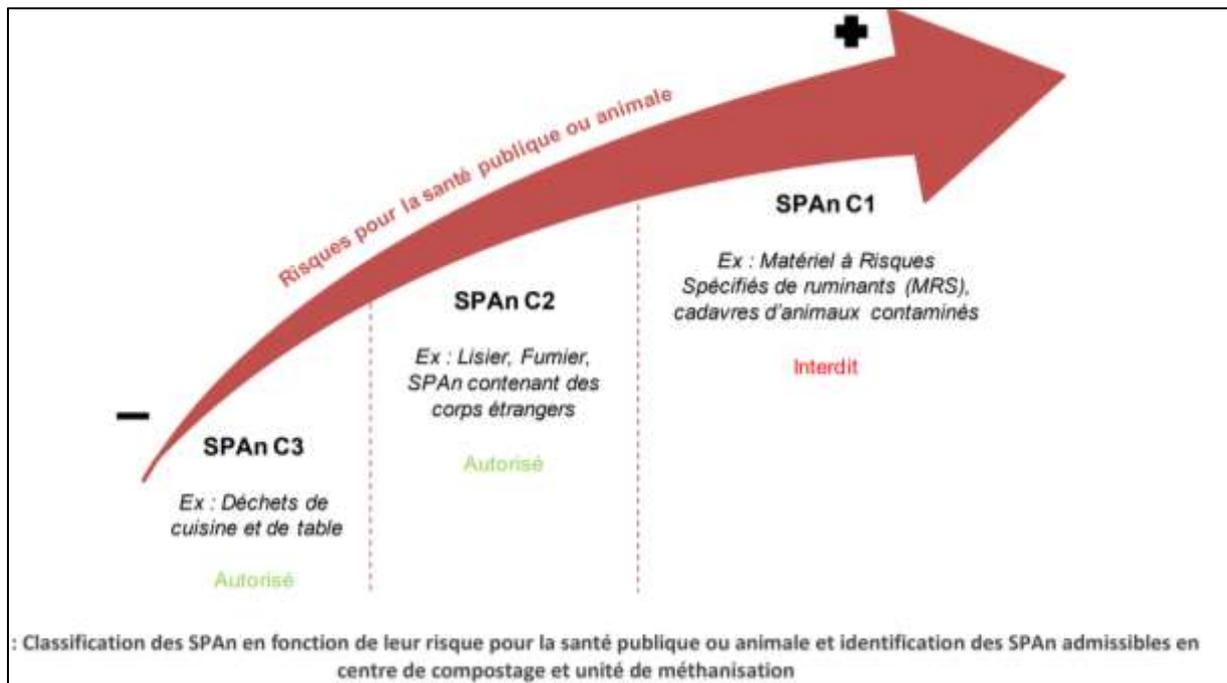
Les DCT relèvent de la réglementation des SPAN C3, sauf lorsque la restauration concerne des transports internationaux (avion, bateau). Dans ce cas, c'est la réglementation sur les SPAN C1 qui s'applique. Un DCT sera jugé en décomposition (et donc relevant d'une réglementation plus contraignante sur les SPAN C2) dès lors qu'il y a présence de pontes de mouches ou d'asticots, d'une odeur ou d'une couleur caractéristique de la putréfaction. Les DCT peuvent être d'origine :

- végétale (épluchures de légumes, restes de fruit...)
- animale (os, reste de viande ou de poisson...)

Les DCT peuvent se présenter sous diverses formes :

- solide (os, noyau...)
- liquide (sauces, jus...)
- pâteuse (desserts, purée...).

Il convient de noter que, puisqu'ils peuvent contenir des coquilles d'œufs comme des carapaces de crustacés, les biodéchets présentent les caractéristiques de matière organique biodégradable, mais également de matière minérale, qui par définition ne contiennent pas de carbone fermentescible.



la question des gros producteurs

Depuis le 1^{er} janvier 2016, tous les producteurs d'au moins 10 tonnes/an de biodéchets ou au moins 60 litres/an d'huile alimentaire doivent répondre à ces obligations.

A compter du 1^{er} janvier 2024, cette obligation concerne tous les professionnels produisant ou détenant des déchets composés majoritairement de biodéchets, ainsi que tous les particuliers. Ainsi, en plus des professionnels, les collectivités territoriales sont concernées et doivent définir des solutions techniques de compostage domestique ou de collecte séparée des biodéchets.

la question des litières pour chat

Les litières végétales de chat mises sur le marché, qui dérivent de l'industrie sylvicole, sont donc des biodéchets au sens de la réglementation.

Après utilisation, les litières souillées par les déjections félines relèvent du statut des sous-produits animaux de catégorie 2, tel que visé par le règlement sanitaire européen n° 142/2011. En revanche, les diverses litières minérales ne relèvent pas de la logique des biodéchets, car elles ne présentent pas d'intérêt en compostage ou méthanisation. Mais elles présentent des risques d'impacts négatifs sur les performances biologiques de transformation.

1.3 Comment gérer en aval les biodéchets ?

En application de l'art. L.541-21-1 du code de l'environnement, les biodéchets doivent faire l'objet d'une gestion particulière, avec une filière de valorisation spécifique et un tri à la source afin de limiter les émissions de gaz à effet de serre et favoriser le retour au sol.

La circulaire du 25 avril 2007 relative aux plans de gestion des déchets ménagers mentionne que les collectivités doivent encourager les particuliers à pratiquer le compostage individuel.

L'arrêté du 9 avril 2018 fixe les conditions selon lesquelles les opérateurs peuvent déroger aux dispositions européennes définies par les règlements (CE) n° 1069/2009 et (UE) n° 142/2011, pour ce qui concerne l'utilisation du lisier, la conversion de sous-produits animaux et de produits qui en sont dérivés en biogaz ou en compost.

Ce texte fixe également les conditions sanitaires minimales exigées dans le cadre de l'activité dite de compostage de proximité. L'Instruction Technique du Ministère de l'agriculture (DGAL/SDSPA/2020-41) du 21/01/2020 précise les modalités pour son application.

Les techniques de valorisation biologique qui favorisent le retour au sol sont :

- le compostage (sous diverses formes),
- la méthanisation (avec production d'énergie électrique ou thermique),
- et l'épandage sous forme brute (principalement de déjections animales)

1.4 Le compostage, un processus biologique

- *les micro-organismes, agents majeurs du compostage*

Le compostage définit comme une forme de décomposition biologique¹ de la matière organique sous l'action des microorganismes opérant en conditions aérobies déterminées, le produit obtenu constituant une matière fertilisante relativement stable désignée sous le nom de compost.

Plus précisément, le pouvoir fertilisant du compost repose sur sa valeur d'amendement organique, qui améliore la qualité du sol et n'agit pas directement sur la croissance des végétaux.

Ensemble de réactions oxydatives complexes de la biomasse, directes ou mises en œuvre par une microfaune spécifique, qui décomposent les chaînes carbonées, le compostage produit (1) une phase gazeuse, composée de gaz carbonique, (2) de la chaleur et (3) du compost, résidu organique stabilisé riche en composés humiques.

L'action de biodégradation de la matière organique est réalisée par une abondante microflore aérobie, composée de bactéries initialement présentes sur la matière organique, et du développement d'actinomycètes, organismes unicellulaires ramifiés, et de champignons filamenteux (mycélium).

¹ Le compostage : cahier technique - Zegels, A., Masscho, C. et al., Région Wallonne, 1999.

Le tableau ci-dessous présente les quantités d'êtres vivants intervenant dans le compostage :

organisme	nombre/kg
Bactéries	1 à 10 milliards
Actinomycètes	1 à 100 millions
Champignons	10 000 à 1 million
Algues	10 à 100 millions
Virus	1 à 100 milliards
Protozoaires	5 à 100 milliards
Vers de terre	1 000
Collemboles	10 000
Acariens	10 000
Crustacés (cloportes...)	1 000
Gastéropodes (escargots, limaces...)	20

densité d'organismes présents au cours du compostage (Zegels & Masscho, 1999)

Si la mise en œuvre la plus naturelle du compostage est la formation de la litière végétale en forêt², *une version traditionnelle est celle du fumier dans le jardin sur lequel le jardinier dépose les déchets domestiques fermentescibles ou les litières d'élevages qu'il retourne périodiquement et dont il extrait après plusieurs mois un compost qu'il épand sur son potager*³.

- **les différents types de compostage**

Dans la pratique, le compostage prend différentes formes en fonction de :

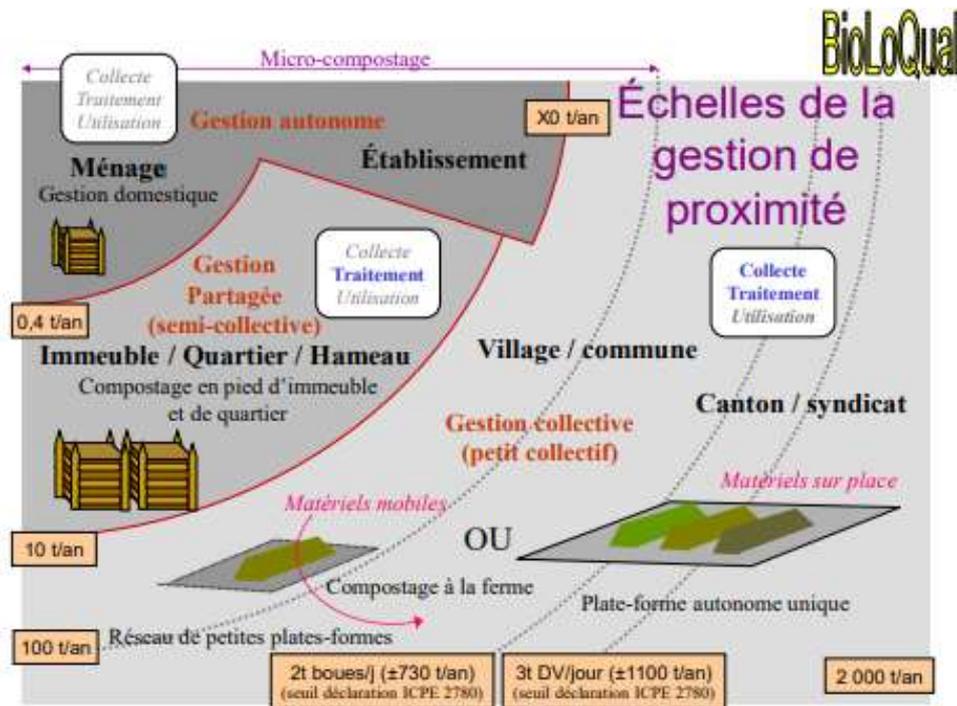
- (1) la matière compostée,
- (2) la méthode mise en œuvre,
- (3) les technologies et les matériels utilisés,
- (4) l'envergure des opérations.

Comme le souligne l'ADEME⁴, le compostage est le seul mode de traitement qui autorise une gestion des déchets à toutes les échelles, de la gestion domestique à la gestion centralisée sur de grosses plates-formes :

² Le flux annuel restitué au sol en forêt tempérée est de l'ordre de 2 à 4 tonnes par hectare, à rapprocher des 15 tonnes dans certains milieux tropicaux.

³ A de Guardia, traitement biologique aérobie des déchets solides : le procédé de compostage p293 - Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires, René Moletta coordonnateur. Ed Tec&Doc, 2002

⁴ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-gerer-dechets-organiques-sur-territoire-201608.pdf>



Dans les exploitations agricoles, les matières premières traditionnellement compostées sont les fumiers, litière et résidus de culture (paille, rebuts, déchets de transformation in situ...). Les plateformes de compostage industrielles traitent des boues d'épuration, des ordures ménagères, mais également des déchets verts ou des résidus fermentescibles industriels.

Les objectifs du compostage se déclinent en 5 points comme suit :

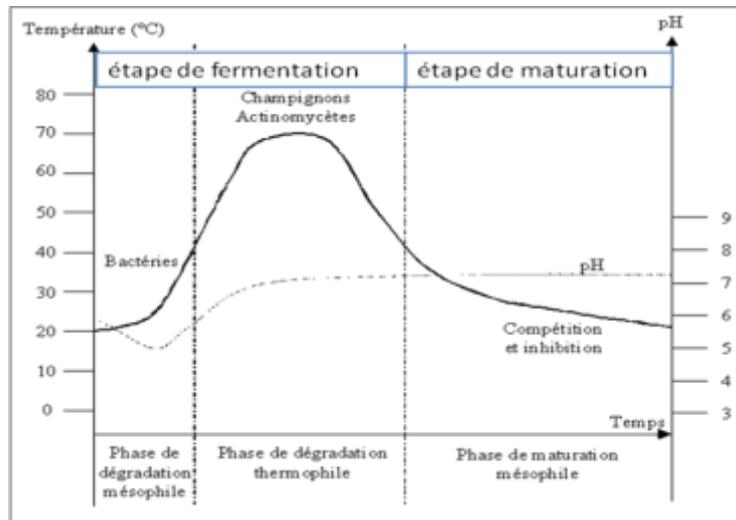
- Dégradation et réduction de la masse et du volume de matières organiques biodégradables,
- Réduction des nuisances olfactives
- Evaporation de l'eau et par conséquent augmentation du taux de matières sèches,
- Hygiénisation sous l'effet de la chaleur dégagée par la phase thermophile,
- Production d'un résidu riche en matières humifiées, sels minéraux et micro-organismes.

- *biochimie du compostage*

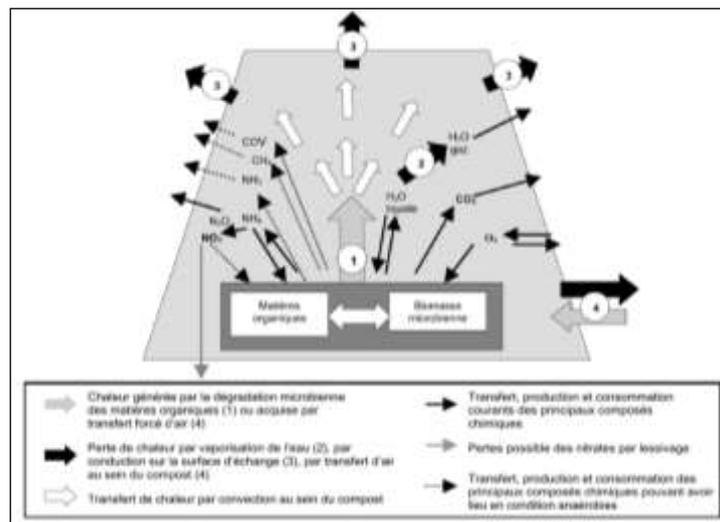
Constitué d'eau et de matière sèche (minérale et organique), le déchet fermentescible fait l'objet de biodégradations aérobies qui peuvent se résumer aux deux réactions majeures ci-dessous :



En termes de cinétique et de caractéristiques biologiques, le processus de compostage se décompose traditionnellement en 2 étapes majeures⁵, la fermentation et la maturation. Comme l'illustrent les schémas ci-dessous, température et pH évoluent au cours du temps, et de nombreux échanges sont mis en œuvre :



évolution de la température et du pH au cours du compostage



principaux transferts de chaleur et de matière au sein du compost (FRANCOU, 2003)⁶

Les 2 grandes étapes du compostage se caractérisent comme suit :

- **étape n° 1 de fermentation (compostage intensif)**

Cette étape se décompose en fait en deux sous-étapes, l'une de dégradation mésophile, et l'autre thermophile :

- **phase de dégradation mésophile (1 à 3 jours)**

⁵ Certains auteurs distinguent une phase dite de refroidissement, intermédiaire entre thermophile et maturation, avec développement de microorganismes spécifiques qui assimilent l'azote aux molécules dégradées en phase thermophile.

⁶ Voir la thèse Cédric FRANCOU « Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage - Recherche d'indicateurs pertinents », INAPG 2003

Les micro-organismes, principalement des bactéries, se développent sur le substrat frais, assimilant la matière facilement assimilable (sucres simples, acides aminés, alcools...), et transformant une partie des polymères (protéines, acides nucléiques, amidon, pectines, hémicellulose, cellulose...).

De nature hydrolytique, ces réactions exothermiques conduisent à l'augmentation progressive de la température à l'intérieur du compost en formation, jusqu'à atteindre les 30-40°C.

Ce mécanisme s'accompagne d'un important dégagement de gaz carbonique CO₂, et par conséquent d'une diminution du rapport carbone sur azote (C/N) et d'une acidification. La dégradation de la cellulose est alors très active, et la réduction de la matière sèche pouvant atteindre les 75% dans certains cas⁷.

- phase de dégradation thermophile (3 semaines environ)

Dans cette phase d'intense dégradation des matières organiques fortement consommatrice d'oxygène, les micro-organismes, désormais dominés par des champignons de type actinomycètes et des bactéries thermophiles, s'attaquent de façon progressive aux matières plus difficiles à décomposer.

De multiples réactions de "bio-oxydations" transforment ainsi les molécules moins putrescibles du substrat initial, telles la cellulose et la lignine, en substances "simplifiées" (acides organiques et aminés, composés phénoliques, éléments minéraux). Exothermiques, ces réactions dégagent de la chaleur, le milieu évaporant alors une importante quantité d'eau, compensée en partie par la libération cellulaire d'eau lors du métabolisme microbien. Un apport d'eau externe est cependant toujours nécessaire pour compenser le déficit.

Pendant cette phase, la montée en température constitue un bon indicateur de la disponibilité en oxygène et en eau, et donc des performances de dégradation et d'hygiénisation.

A noter que certains tas qui n'évoluent plus peuvent rester en température un certain temps du fait de leur inertie thermique.

Le graphe ci-dessus met par ailleurs bien en évidence que la phase thermophile se décompose en deux temps, avec une montée en température, un pic (60 à 70°C), puis une baisse jusqu'à atteindre le niveau de l'air ambiant.

La courbe d'intensité de l'activité biologique du compostage est proportionnelle à celle de la température au cœur du réacteur.

C'est la montée en température qui permet de garantir l'hygiénisation du compost produit, c'est-à-dire l'élimination des microorganismes non thermo-tolérants pathogènes. C'est pendant cette phase que les dégagements d'azote minéralisé, sous forme ammoniacale (NH₄⁺) ou gazeuse (NH₃), sont les plus importants.

Enfin, la libération du carbone, sous forme de CO₂ principalement, s'accompagne d'une forte réduction de la matière organique fermentescible pouvant atteindre jusqu'à 50% en masse sèche après 6 mois de fermentation (mesure de 50% de perte sur le carbone organique par la méthode Anne en 6 mois).

- étape n°2 de maturation mésophile (de 1 à plusieurs mois)

⁷ Guide des matières organiques, tome 1 - 2nde Ed., Institut Technique de l'Agriculture Biologique, Blaise Leclerc 2001 (p106-113).

Dans le compost en cours de maturation, les micro-organismes thermophiles laissent progressivement la place à de nouveaux champignons et une micro-faune se développe, les polymères résiduels étant dégradés.

Dans le milieu, la température est modérée (de l'ordre de 20 à 30°C), ce qui correspond à une activité biologique en réduction, caractérisée par des phénomènes d'humification⁸. La lente formation des matières humiques est le résultat de la bio-transformation des composés aromatiques et de la lignine.

Au cours de la phase de maturation, qui dure de l'ordre d'un à plusieurs mois, le pH tend vers la neutralité. A l'issue de cette étape, en général de l'ordre de 1 à 2 mois sur les plateformes industrielles, le compost est considéré comme étant mûr et apte à l'emploi.

Pour s'assurer de la maturité du compost, il existe divers critères empiriques comme la couleur brune, l'odeur humique, le caractère souple au toucher, et enfin, l'homogénéité du produit dans lequel il est difficile de reconnaître à l'œil nu les composés d'origine.

Différents outils de nature scientifique permettent de réaliser des opérations de contrôle de la maturité du compost.

Si des tests ont ainsi été développés à partir des paramètres fiables comme l'auto-échauffement, les tests relatifs à l'odeur ou l'aspect sont à utiliser avec circonspection.

On peut signaler que d'autres techniques de type physico-chimique permettent de mesurer le rapport C/N (<19 pour un compost mûr), mais également, la demande chimique en oxygène (< à 350 mg/l), et les formes de l'azote minéral (le compost est pauvre en azote ammoniacal).

En synthèse, relativement fiables, les méthodes respirométriques sont pertinentes pour apprécier la consommation d'oxygène.

Enfin, sous l'angle agronomique de la maturité des composts, des méthodes biologiques sont utilisées pour évaluer l'innocuité par germination de plantes en laboratoire afin de vérifier l'absence de phytotoxicité, et d'autres méthodes physico-chimiques permettent de quantifier la capacité d'échange cationique⁹ (CEC) du compost, avec des valeurs de l'ordre de 200 à 400 meq/100g.

- définition réglementaire

⁸ En pédologie, deux processus biologiques conduisent à la formation de composés humiques (à noyaux aromatiques ou aliphatiques). Sont ainsi distinguées, d'une part la « *néoformation* » de substances nouvelles à partir de précurseurs solubles formés en fermentation, et d'autre part et de façon minoritaire « *l'héritage* » d'humine, aux caractéristiques proches de la lignine et de la cutine, qui provient de la transformation incomplète des matières organiques (Pédologie, Duchaffour - 1983, p. 43-45). A l'inverse, les phénomènes de minéralisation des matières humiques conduisent à la libération de sels.

⁹ En pédologie, la CEC est la quantité de cations qu'un sol peut retenir sur son complexe adsorbant à un pH donné, ce qui correspond donc au nombre de sites négatifs dans la matrice du sol, équivalent en quelque sorte à la réserve ou garde-manger du sol. Plus le sol est riche en argile et matière organique, plus sa CEC est importante.

En application d'un arrêté relatif à l'autorisation d'exploiter des Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement¹⁰ de 2008, la définition du compostage est très limitée, et les critères de fermentation aérobie sont :

Procédés de compostage	Process
par retournements	- 3 semaines de fermentation - 3 retournements au minimum - 3 jours entre chaque retournement - 55° C au moins pendant 72 h
par aération forcée	- 2 semaines de fermentation - 1 retournement au minimum - 3 jours entre chaque retournement - 55° C au moins pendant 72 h

définition réglementaire des paramètres du compostage

- **paramètres de contrôle du compostage**

a- taux d'oxygénation de la matière

Traitement aérobie, l'efficacité du compostage est directement corrélée à la concentration en oxygène dans le milieu en biodégradation.

Ainsi, une teneur en oxygène inférieure à 5% de l'atmosphère interstitielle ne permet pas d'assurer des conditions aérobies strictes. Il faut à ce propos souligner que la porosité du compost a une grande influence sur l'aération.

La teneur en oxygène dans le biofilm liquide où s'opèrent les réactions enzymatiques est en partie contrôlée par la température, la solubilité du gaz étant favorisée par de basses températures. C'est pourquoi, en compostage industriel, il est crucial d'assurer un apport d'oxygène conséquent.

Si les besoins en aération varient selon la demande des micro-organismes, cette demande est très forte au début de la réaction et atteint un plateau lors de la phase thermophile.

La demande en oxygène diminue ensuite lors de la phase de maturation, avec une asymptote correspondant à la maturité du compost (< 150 mgO₂/kg.h).

b- taux d'humidité

Un des paramètres essentiels pour maîtriser l'efficacité du compostage est l'humidité du substrat organique, inversement proportionnelle à la teneur en matière sèche et, pour partie, à la viscosité du substrat.

Le taux d'humidité du compost est en général compris entre 50 et 60%.

Au cours du compostage, l'eau est indispensable au développement des micro-organismes qui consomment la matière organique solubilisée, elle assure en effet la diffusion des enzymes vers les substrats. Enfin, l'eau interstitielle permet d'absorber la chaleur dégagée par la dégradation, couplée à une importante évaporation.

10 Cf annexe I de l'arrêté du 22 avril 2008 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les installations de compostage ou de stabilisation biologique aérobie soumises à autorisation en application du titre Ier du livre V du code de l'environnement.

Si l'eau est indispensable, une trop forte teneur (> 70%) réduit le transfert d'oxygène et engendre l'apparition de zones anaérobies, sources de mauvaises odeurs. Aussi la teneur en eau doit-elle être ajustée tout au long du procédé.

c- pH

En moyenne, le pH en cours de compostage reste stable tout au long du procédé en raison du caractère tampon de la matière organique. En fait, le pH évolue dans une fourchette de pH favorable au développement des microorganismes qui se situe entre 5 et 8,5. Le pH tend à diminuer avec la production d'acides organiques et de gaz carbonique, et à baisser avec la production d'ammoniac et de bases.

d- température

La température de fermentation constitue un autre paramètre essentiel car le compost doit impérativement passer par une phase thermophile (entre 60 et 70°C environ) pour garantir sa conformité à la norme NFU44051.

Le suivi de la température permet en effet de garantir le niveau d'hygiénisation des matières en fermentation. Si la température dépasse 55 à 60°C pendant plus de deux semaines, les éventuelles graines de plantes adventices viables sont détruites ou stérilisées en fin de fermentation.

De plus, la montée en température au cours du compostage, combinée à la production d'agents oxydants¹¹ naturellement excrétés par les micro-organismes du compost, permettent de réaliser une destruction de nombreux parasites et pathogènes des cultures et des animaux, le tableau ci-dessous présentant divers exemples de réduction :

Micro-organismes	Temps pour 90% de réduction (min)	
	55°C	60°C
Adenovirus	11	0,17
Poliovirus	1,8	1,5
Ascaris (vers)	-	1,3
Histolytica	44	25
Salmonella	80	7,5
Bacteriophages	267	47
Coliformes	-	5

Inactivation thermique des pathogènes

Le profil thermique lors du compostage est également fonction de la composition initiale de la matière à dégrader. Ainsi, la décomposition de composés riches en azote entraînera des températures plus élevées que celle de la matière ligno-cellulosique.

La structure macroscopique de la matière joue un rôle thermique important, car un petit volume ne présente pas le même comportement thermique qu'un gros volume. Il existe ainsi une masse critique pour le volume de matière à composter afin de maîtriser les pertes thermiques par rayonnement et convection.

¹¹ Il ne s'agit pas d'antibiotiques au sens de médicaments humains, mais d'agents chimiques qui gênent ou empêchent le développement des autres souches. Il y a ainsi une concurrence entre les diverses flores, et il s'avère qu'heureusement les germes pathogènes sont les plus sensibles à cette concurrence.

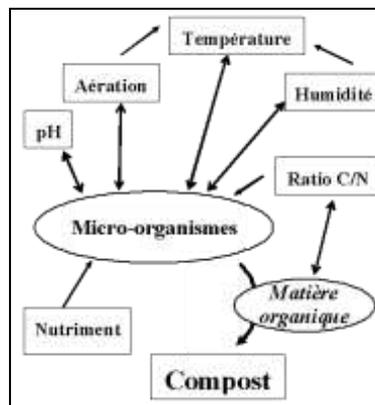
Si la production de chaleur par les réactions biologiques augmente la température jusqu'à 50°-60°C lors de la phase thermophile, des températures supérieures à 70°C inhibent l'activité enzymatique des micro-organismes.

La phase de dégradation thermophile est indispensable car elle est une garantie d'hygiénisation et dans la pratique, une température de plus de 55°C pendant 3 à 4 jours est nécessaire pour éliminer toute trace de pathogènes. Mais en revanche, il faut cependant veiller à éviter de "cuire le compost" ce qui aurait comme effet de réduire significativement les processus de dégradation et d'humification.

e- rapport C/N

Le mélange de divers substrats permet d'atteindre le ratio désiré car le C/N trop bas entraîne une production d'ammoniac (odeurs), tandis qu'un C/N trop haut est synonyme d'une cinétique de dégradation des résidus ralentie.

En synthèse, il ressort que les paramètres du compostage sont interdépendants comme le soulignent le schéma et le tableau ci-dessous :



Paramètre	Valeurs optimales	Méthode d'évaluation
Température	Maximum 60°C	thermomètre
PH	6,5 - 8	pH-mètre
Carbone/ Azote	25:1 à 75:1	COT ou NTK
Humidité	50-60%	poids sec
Oxygène	Variable	suivi du CO2
Taille des particules	de l'ordre du cm	granulométrie

méthodes d'évaluation des paramètres du compostage

1.5 Le compostage domestique

- *spécificités du compostage domestique*

Le compostage domestique se distingue du compostage industriel dans le sens où il est réalisé de façon rustique sans retournement périodique ni aération forcée. S'il concerne principalement la population qui vit en maison individuelle avec un jardin, le compostage de quartier par des structures associatives se développe depuis quelques années. Il s'agit de massifier les déchets fermentescibles pour permettre la mise en place d'un composteur collectif en ville ou en pied d'immeubles.

Dans ce second cas, cette activité est limitée par la quantité hebdomadaire maximale introduite de DCT fixée à 1 tonne par semaine¹².

Le *compostage partagé* est une pratique qui consiste à installer un composteur de quartier ou en pied d'immeuble et à le partager entre plusieurs usagers. Ces composteurs peuvent être gérés par une association locale, par des usagers référents composteurs ou par la collectivité elle-même. La question de l'apport de broyat, nécessaire au bon fonctionnement du composteur (environ 1/3 de matière sèche pour 2/3 de matière humide), est à réfléchir en amont de l'installation du composteur afin de garantir son bon fonctionnement et sa pérennité, de même que l'emplacement du site et son organisation (heures d'ouvertures, personnes référentes, consignes communiquées aux habitants, distribution de bioseaux...).



exemple de gestion du compostage partagé

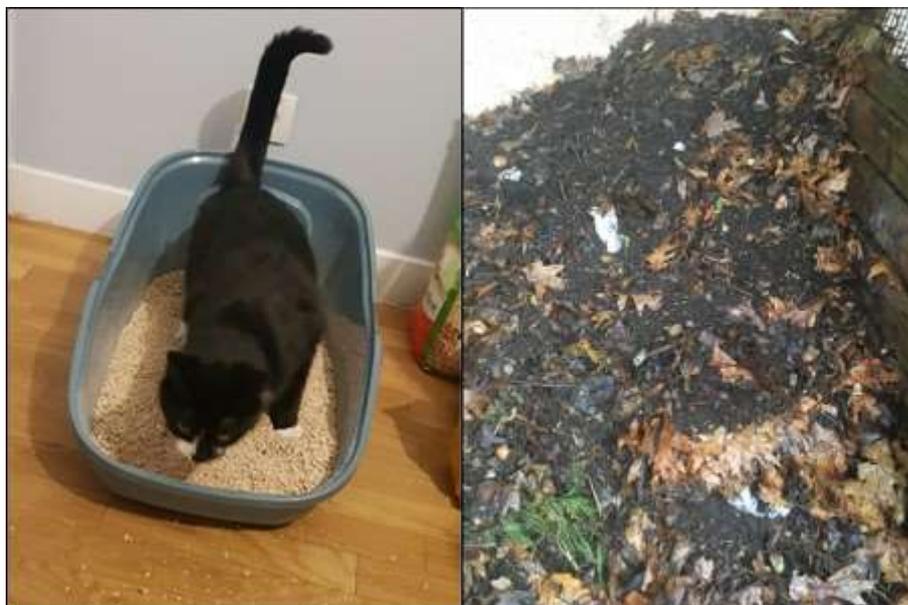
Compte tenu de son mode de gestion, qui implique un nombre relativement élevé d'acteurs pour l'apport de déchets, l'incorporation de litières de chat souillées n'est pas recommandée en compostage collectif. D'ailleurs, l'activité de compostage de proximité est définie à l'article 17 de l'arrêté du 9 avril 2018 qui n'autorise que les DCT de Catégorie 3, toute introduction d'autre SPAN ou produits dérivés (PrD) étant interdite dans ces installations, ce qui exclut de fait les litières de chat souillée.

En revanche, le recyclage en compostage domestique privé dans un jardin est tout à fait recommandé dans le respect de règles d'hygiène.

Sur le plan du procédé, la montée en température au-delà de 55°C ne s'observe pas pour les massifs mis en compostage domestique, et l'on peut donc considérer que l'hygiénisation n'est pas garantie au regard des exigences du code de l'environnement.

¹² Instruction Technique DGAL/SDSPA/2020-41 du 21/01/2020

Par conséquent, la cinétique de la réaction d'humification est beaucoup plus lente et le processus, très dépendant de la température ambiante et du degré d'humidité, se réalise sur plus d'une année :



compostage de la litière avec les déchets domestiques

- **incorporation de la litière végétale pour chat en compostage domestique**

Le compostage domestique permet de recycler en amendement organique les déchets de cuisine et les végétaux issus de l'entretien du jardin, l'incorporation des litières végétales étant conseillé¹³.

La composition précise des intrants en compostage domestique dépend à ce titre, d'une part des habitudes alimentaires des habitants, et d'autre part, de la superficie et des conditions de gestion du jardin (nature des essences, présence d'un potager...).

¹³ http://compostage.info/index.php?option=com_content&view=article&id=50:peut-on-composter-les-litieres-d-animaux-domestiques-chats-cobayes-hamsters&catid=6:faq&Itemid=20

Dans ce contexte, la faisabilité du compostage de litière végétale agglomérante pour chat a fait l'objet d'une expérimentation sur une année dans un jardin de 1200 m² pour un ménage de 3 personnes avec un chat.

En l'absence de broyeur permettant de réduire la granulométrie des végétaux ligneux comme les branches d'arbre, les branches de gros diamètre ne sont pas incorporées dans le compost mais évacuées en déchèterie ou, en fonction de l'essence, valorisées par combustion dans l'insert ou la cheminée de la maison.

En considérant comme donnée de base une densité de la litière non souillée de l'ordre de 425 g/litre, et un taux d'absorption de l'urine de 212%, la production de litière souillée est de près de 10 l/mois¹⁴. Ceci équivaut à une production de 120 l/an, ce qui équivaut à près de 120 kg en considérant une densité de 1 kg/l pour la litière végétale souillée.

Avec un ratio compris entre 1/4 et 1/5 déchets de cuisine pour 3/4 à 4/5 déchets de jardin, la masse mise en compostage, voisine d'une tonne, se décompose comme suit sur une année :

- déchets alimentaires : 0,5 kg/j, soit 180 kg/an
- déchets peu ligneux du jardin : 720 à 1 tonne/an
- litière végétale souillée : 120 kg/an

Le tonnage de compost produit, de l'ordre de 0,5 t/an, a permis de fertiliser une surface d'environ 50 m² de potager.

les litières végétales souillées sont extraites du système de gestion des ménagers grâce à 2 voies :

- la première voie écologique concerne les propriétaires de chats résidant en maison individuelle avec jardin qui évacuent les litières souillées dans leur compost domestique lequel est utilisé comme matières fertilisantes sur les sols de la propriété,
- la seconde voie écologique peut être mise en œuvre par les propriétaires de chats vivants en appartements et pour lesquels une évacuation par les sanitaires et le réseau d'égouts publics est préconisée. Les litières souillées peuvent alors être valorisées avec les boues d'épuration recyclées en agriculture selon les critères fixés par la réglementation.

¹⁴ EVEA - Life cycle assessment of cat litters, Final report before peer review, 2020

2. CONDITIONS NECESSAIRES POUR UNE ACCEPTATION DANS LE BAC BIODECHETS MIS EN PLACE DANS CERTAINES COMMUNES

Outre le compostage domestique et le compostage partagé, des collectivités ont mis en place des systèmes de collecte des biodéchets des particuliers. En milieu urbain dense comme à Paris, de récentes études ont mis en évidence que les apports des participants sont de l'ordre à 30 kg/hab/an¹⁵.

Les conditions de collecte des déchets fermentescibles font l'objet de règles fixées par les collectivités qui assurent les opérations de collecte et de traitement. Une récente étude de l'ADEME menée sur 125 collectivités a mis en évidence que 32 % du parc analysé accepte les litières animales uniquement sous forme végétale¹⁶. La majorité des collectivités n'accepte pas ces déchets par soucis de simplification de la communication. Certains territoires recommandent ainsi la valorisation des litières végétales de chat, en particulier pour le compostage et la méthanisation, à l'instar de la Communauté de Communes Pays Orne-Moselle¹⁷ qui indique en 2018 :

Foire aux questions

Je n'étais pas présent lors du passage en porte-à-porte, comment récupérer le matériel pour le tri des biodéchets ?

Des bioseaux sont disponibles à la mairie d'Amnéville, au service Cadre de vie

A partir de quand puis-je commencer le tri des biodéchets ?

Les tubes seront en fonctionnement dès le lundi 4 décembre.

Je n'ai plus de sacs kraft, comment m'en procurer ?

Des sacs kraft sont disponibles à l'accueil de la mairie d'Amnéville.

Puis-je mettre les déjections animales dans le sac destiné au Tube ?

Les déjections animales peuvent être jetées dans le sac destiné au tube, il s'agit bien de matière organique qui sera traitée par méthanisation, avec une montée en température qui permet d'hygiéniser le produit.

Toutefois, en ce qui concerne la litière, seule la litière végétale peut être éliminée dans le tube, pas la litière minérale.

extrait d'une brochure de la CCPOM (2018)

¹⁵ <http://collectif3r.org/wp-content/uploads/2019/07/FrancisVerillon-Etat-des-lieux-en-mai-2019-du-compostage-%C3%A0-Paris-version-finalis%C3%A9e-3-PDF.pdf>

¹⁶ <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/reussir-mise-oeuvre-tri-source-biodechets-recommandations-collectivites-140218.pdf>

¹⁷ <https://ccpom.fr/valorisation-des-biodechets/>

D'autres collectivités, comme l'agglomération de Clermont-Ferrand, avec l'association Terra Preta¹⁸, étudient la faisabilité de créer des espaces de collecte des bio-déchets en milieu urbain, avec apport de litières végétales dans des bacs dédiés. La démarche du Syndicat des Territoires de l'Est Cantal SYTEC mérite également d'être rapportée¹⁹ à rapporter.

En revanche, sans distinction de la nature végétale ou minérale, il existe un certain nombre de communes qui interdisent l'évacuation des litières souillées par crainte d'une possible contamination du compost par les agents pathogènes susceptibles de contaminer les déjections félines²⁰.

Les déchets facilement compostables

- Déchets de légumes et de fruits (N)
- Tontes (N)
- Litières d'herbivores (lapins, cochons d'inde, oiseaux, ... en achetant des litières végétales) (N)
- Plantes séchées, fleurs fanées (N/C)
- Sachets de thé, marc de café (N)
- Mauvaises herbes (non montées en graine) (N)
- Feuilles mortes (C)
- Sciures et copeaux (issus de bois non traités) (C)
- Coquilles d'œufs (en morceau)
- Papier essuie tout (le mouiller) (C)
- Papier journal (le mouiller, pas de papiers couleurs) (C)

Les déchets qui se dégradent plus difficilement

- Tailles de haies (broyés en morceau de 3 cm maximum) (N et C)
- Coquilles de noix, noisettes (C)
- Graines de potirons, courges (se décomposent très difficilement et repoussent les années suivantes) (C)
- Pelures d'agrumes (N)

Les déchets à éviter
(ou à n'apporter qu'en faibles quantités)

- Cendres de bois (nocif pour les vers de terre) (C)
- Viandes, produits laitiers (enfouir ces déchets dans le compost ; peut provoquer de mauvaises odeurs) (N)
- Graisses et huiles alimentaires (C)

Les déchets à bannir

- Bois de charpentes, bois exotiques (car souvent traités)
- Tissus synthétiques
- Plastiques, métaux, cartons et papiers colorés, verres
- **Litières de chat, chien**
- Poussières
- Terre, sable
- Os
- Plantes malades

exemple de liste de déchets admis et interdits

¹⁸ <https://terra-preta.fr/biodechets-notre-action/>

¹⁹ https://www.sytec15.fr/wp-content/uploads/2018/09/Compte-rendu_comit%C3%A9_syndical_17_septembre_2018.pdf

²⁰ <http://cities.reseaudesvilles.fr/cities/170/documents/mq8z2kzdpf59yzzg.pdf>

3. RISQUES SANITAIRES POTENTIELS ASSOCIES A LA VALORISATION DES LITIERES PAR COMPOSTAGE OU METHANISATION

Les risques sanitaires à étudier sont ceux qui relèvent de la valorisation agronomique des matières organiques qui contiennent des litières de chat souillées. Le chat, comme le chien ou tout autre animal de compagnie peut en effet abriter des bactéries, des virus et des parasites, qui véhiculent de nombreuses maladies²¹. Les principaux risques sanitaires identifiés et bien documentés pour les déjections du chat sont listés dans le tableau suivant :

<i>Zoonoses Bactériennes</i>	<i>Zoonoses Virales</i>	<i>Zoonoses parasitaires</i>
Brucellose	Rage	Cryptococcose
Campylobactériose	Gastro-entérite à rotavirus	Dermatophytose
Chlamydiose	Grippe	Giardiose
Leptospirose	Tularémie	Dipylidiose
Pasteurellose		Taeniasis et cysticercose
Nocardiose		Diphyllobothriose
Pseudotuberculose, Tuberculose		Trichinellose
Salmonellose		Toxoplasmose
Toxi-infections alimentaires à Staphylocoques		
Colibacilloses		
Peste		

principales zoonoses transmises par le chat

Pour le genre humain, le risque majeur est un protozoaire de forme arquée du groupe des coccidies et parasite intracellulaire obligatoire. *Toxoplasma gondii* appartient au phylum des Apicomplexa qui se caractérise par sa faible spécificité d'hôtes (l'ensemble des mammifères et des oiseaux) et une diversité d'états biologiques, avec un cycle complexe.

On distingue ainsi les tachyzoïtes, forme proliférative qui évolue dans une seconde phase avec scission lente du parasite pour former des bradyzoïtes qui aboutissent ensuite à la formation de kystes. Chez l'hôte infecté, le développement du parasite est de type coccidien avec multiplication asexuée par schizogonie, suivie par une reproduction sexuée avec production d'oocystes.

²¹ Major Parasitic Zoonoses Associated with Dogs and Cats in Europe, G. Baneth, S. M. Thamsborg†, D. Otranto‡, J. Guillot, R. Blaga, P. Deplazes, L. Solano-Gallego, J. Comp. Path. 2015, 1-21

Dans le genre humain, c'est la femme enceinte qui doit tout particulièrement prendre des précautions au contact d'un chat, car il peut occasionner des avortements par transmission de *Toxoplasma gondii*, vecteur de la toxoplasmose, important sujet d'études²². Une étude a mis en évidence sur base de la sérologie que la toxoplasmose infecte environ la moitié des européens et se caractérise par une épidémiologie compliquée. L'homme s'infecte par les kystes présents dans les excréments de chat ou dans le sol et peut-être aussi sur la végétation, par l'ingestion de viande crue ou peu cuite d'animaux infectés ou par transmission verticale de mère infectée asymptomatiquement à enfant²³.

Une analyse bibliographique a permis de mettre en évidence que la survie des oocystes du parasite pouvait atteindre 17 mois, avec un effet positif de fort taux d'humidité. En revanche, un abattement significatif est obtenu à une température supérieure à 66 °C comme par dilution dans une solution d'acide sulfurique à 2%²⁴. Une autre étude rapporte que l'inactivation du parasite sous sa forme sporulée est déterminée par le couple (temps-température), avec une durée de 32 jours pour une température de 35 °C, de 1 jour à 45 °C et de 2 à 1 minutes pour des températures de 55 à 60 °C²⁵. Plus largement, le tableau ci-dessous met en évidence la complexité

Parasite	Survie		Destruction	
Kystes à bradyzoïtes*	+ 4 °C - 12 °C - 20 °C Trypsine 0,5 % Pepsine acide	+ de 3 semaines 3 jours 3 heures > 1 heure > 2 heures	- 20 °C + 50 °C +56 °C	11 jours 30 min 10/15 min
	NaCl 3,3 % à 4 °C NaCl 3,3 % à 20 °C	21 jours 3 jours	NaCl 6 % entre 4 et 20 °C	
Tachyzoïtes**	+ 4 °C Trypsine 0,5 % Pepsine acide	Quelques jours (lait) 1 heure < 2 heures	Chaleur	
Oocystes***	45 °C 40 °C 35 °C	> 1 et < 2 jours > 9 et < 28 jours > 32 et < 62 jours	55 °C 60 °C	2 minutes 1 minute
	+ 4 °C 0 °C -5/-10 °C H ₂ SO ₄ à + 4 °C	54 mois > 13 mois > 106 jours 18 mois	Irradiation 0,5 kGy	

résistance de divers stades évolutifs de *Toxoplasma gondii*²⁶

²² Structure, composition, and roles of the *Toxoplasma gondii* oocyst and sporocyst walls, Wesley Freppela, David J.P. Ferguson, Karen Shapiro, Jitender P. Dubey, Pierre-Henri Puech, Aurélien Dumètre, The Cell Surface, Volume 5, December 2019

²³ Les infections parasitaires d'Europe, Paul Gigase, Cahiers du MURS, n° spécial, 1987

²⁴ Toxoplasmosis and Its Prevention in Cats and Man, J. K. Frenkel and J. P. Dubey, The Journal of Infectious Diseases, Vol. 126, No. 6 (Dec., 1972), pp. 664-673

²⁵ *Toxoplasma gondii* Oocyst Survival under Defined Temperatures, J. P. Dubey, The Journal of Parasitology, Vol. 84, No. 4 (Aug., 1998), pp. 862-865

²⁶ Risques parasitaires liés aux aliments d'origine animale, Pascal Boireau, Jacques Guillot, Bruno Potack, Isabelle Vallée, Rene Chermette, Revue Française des Laboratoires, décembre 2002, N ° 348

Mais d'autres pathologies moins fréquentes sont également associées au chat, comme la toxocarose qui provoque une perte de vue chez l'enfant ou encore *la maladie des griffes du chat*, dont la bactérie responsable, *Bartonella henselae*, provoque une lymphadénopathie subaiguë régionale bénigne. La gale et la teigne sont également des parasitoses contagieuses pouvant être transmises du chat à l'homme.

Objet d'investigations poussées pour prévenir tout risque d'épidémie, la litière de chat souillée est à l'origine d'une importante littérature scientifique. Illustration récente des travaux menés dans le cadre de programmes de recherche scientifique, une équipe internationale a étudié la péritonite infectieuse féline (PIF), pathologie mortelle transmise par voie oro-fécale et dont l'agent est le coronavirus félin (FCoV), virus à ARN²⁷. Des recherches plus inattendues menées en Allemagne portent sur l'impact sanitaire de l'évacuation par le réseau d'assainissement des litières de chat souillée²⁸.

²⁷ Effect of cat litters on feline coronavirus infection of cell culture and cats, Diane Addie, Lene Houe, Kirsty Maitland, Giuseppe Passantino, Nicola Decaro, *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 1-8, 2019

²⁸ The detection of *Entamoeba histolytica* and *Toxoplasma gondii* in wastewater, Caroline Ajonina, Christopher Buzie, Julia Möller & Ralf Otterpohl (2017), *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*

4. INTERETS DE LA VALORISATION DES LITIÈRES PAR COMPOSTAGE OU METHANISATION

Constituée de matière organique enrichie par les nutriments et le carbone des déjections félines dont l'azote, les litières souillées constituent un apport intéressant en compostage.

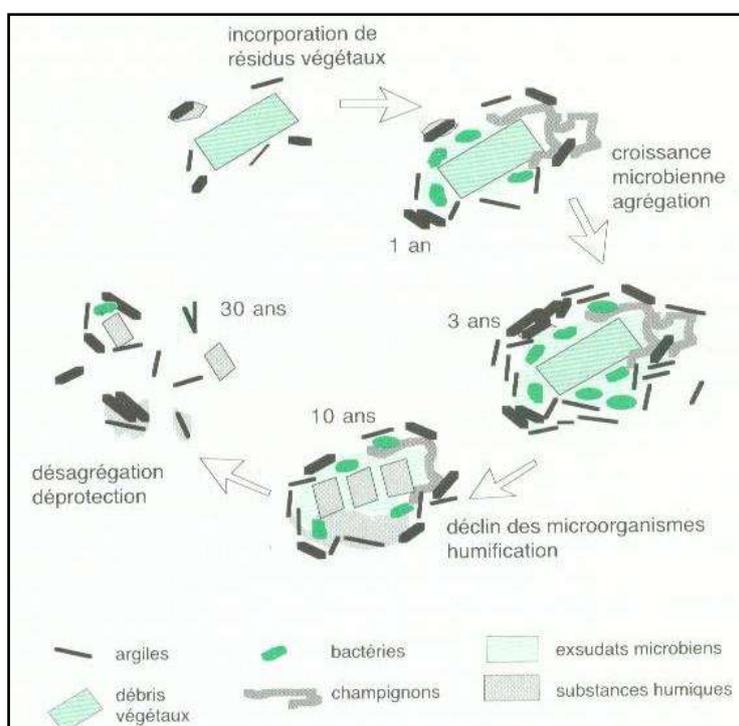
4.1 Intérêts du compost

Bénéfices du compost pour les sols et l'agriculture

Riche en substances organiques et minérales, le compost est un amendement aux propriétés proches de celle de l'humus, dont les effets multiples améliorent les propriétés physiques et biologiques des sols cultivés, favorisant ainsi le développement des végétaux cultivés. Les matières organiques du compost se caractérisent dans les sols par 3 types d'actions complémentaires, l'une de nature énergétique, avec l'oxydation des substances carbonées qui libère de la chaleur, et les deux autres à caractère physique et nutritionnel.

En effet, dans ses actions bénéfiques, l'apport de compost au sol permet de lutter contre l'érosion en favorisant les processus de stabilisation de la matière sous forme d'agrégats, mais également d'aération, de porosité et de rétention en eau des terres.

Le schéma ci-après met en évidence la dynamique de création des agrégats, désignés sous le nom de « complexe argilo-humique », et élaboré à partir des interactions entre substances humiques excrétées par le compost et sécrétions de la biomasse active :



processus d'auto-protection des matières organiques dans le sol (B Leclerc, 2001)²⁹

²⁹ Blaise LECLERC, ITAB - Guide matières organiques, tome 1 - 2001

En outre, le compost, par ses effets au niveau de la vie microbienne du sol et l'apport d'oligo-éléments, stimule la résistance des plantes.

Le compost participe également à la nutrition minérale des plantes, ce qui permet de diminuer les apports d'engrais minéraux. A noter que les amendements organiques produits par la filière compostage peuvent, dans les territoires avec peu d'élevage, constituer l'une des seules sources de matières organiques disponibles pour les agriculteurs.

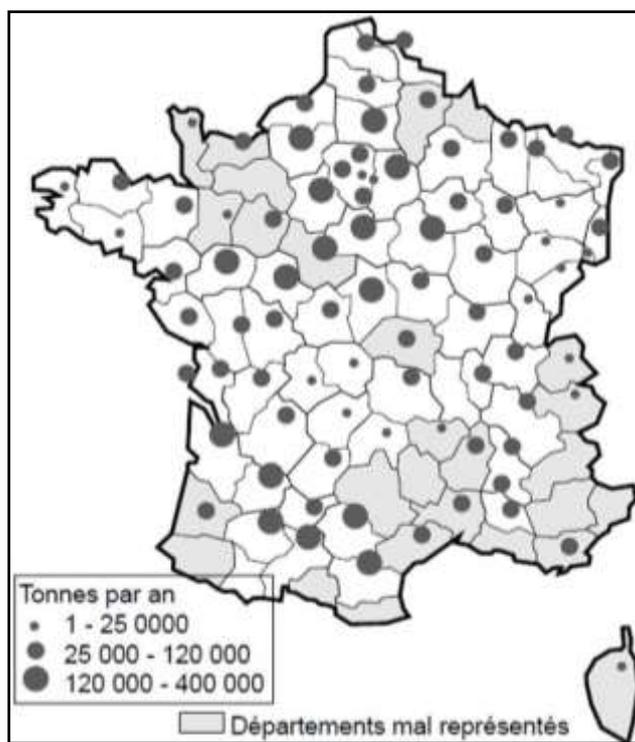
Les besoins en compost des sols français

Soumises à de nombreuses pressions (ruissellement des eaux pluviales, action du vent, gel-dégel, travail des machines agricoles...), les sols cultivés sont vulnérables à l'érosion, qui, par lessivage principalement, réduit le taux de matières organiques, paramètre clef de la structure des sols³⁰.

Dans le contexte de développement durable et de substitution des intrants produits par énergie fossile par des amendements organiques recyclés, une étude prospective³¹ a été conduite au niveau national en 2001 sous l'égide de l'INRA.

Ces travaux ont en particulier mis en évidence un appauvrissement croissant de la teneur en matière organique des sols, et donc un besoin de valorisation des composts en termes agronomiques.

Les chercheurs ont ainsi estimé les besoins nécessaires pour assurer un redressement de l'ordre de 10% sur 10 ans à environ 4 millions de tonnes par an de compost, tout particulièrement dans les grandes plaines agricoles, comme l'indique la carte ci-dessous :



Estimation en tonnes par département des apports nécessaires en matières organiques humifiées pour assurer un redressement de 10% des teneurs en 10 ans

³⁰ Voir « Abrégé de Pédologie » Ph Duchaufour, 2^{de} édition, Masson 1988

³¹ « Evaluation du déficit en matière organique des sols français et des besoins potentiels en amendements organiques » Roussel, Bourmeau et Walter - Étude et Gestion des Sols, 8, 1, 2001

Paramètres de la fertilisation

Pour assurer une gestion efficace de la fertilisation du sol, les agronomes considèrent divers paramètres, et en particulier, le taux de matière organique (associé à CaO et Mg), indicateur du pouvoir amendant, et la teneur en éléments (N, P, K).

La teneur faible de l'azote dans le compost est modulée par sa disponibilité qui dépend de son degré de minéralisation. Le rapport Carbone sur Azote (C/N) est un des indicateurs de la maturité du compost³². Pour le phosphore, la faible teneur du compost urbain est compensée par son caractère en grande partie directement assimilable, de façon analogue à un fumier bovin.

Autre élément fertilisant majeur, la potasse, présente en faible teneur dans le compost urbain, est en grande partie directement assimilable, de façon analogue à un fumier bovin, même si sa teneur est moitié de celle d'un fumier bovin.

Avec sa teneur élevée en calcium, le compost urbain présente un intérêt pour l'entretien calcique des terres. Localement, on estime en effet que la perte annuelle en calcium (lessivage et exportations) peut atteindre des flux de l'ordre de 200 à 500 kg de CaO/ha.

Le calcium intervient au niveau des propriétés physiques des sols, de la disponibilité des éléments nutritifs (effet pH), du développement de la microflore et de la macroflore et de l'alimentation directe des végétaux. Il est nécessaire de rappeler que, pour de nombreux agriculteurs sur sols acides, la chaux constitue l'un des postes financiers les plus élevés au niveau des intrants pondéreux.

Recommandations agronomiques

³² A noter qu'un compost au C/N élevé (> 15-20) risque de créer une « faim d'azote » pour les plantes. Mais 2 produits avec le même C/N peuvent avoir des actions distinctes sur l'évolution de la teneur en MO du sol. Le C/N est donc un indicateur partiel de qualité.

Le tableau ci-après présente les effets positifs du compost, et les variations des conditions de valorisation avec les doses d'apports en compost :

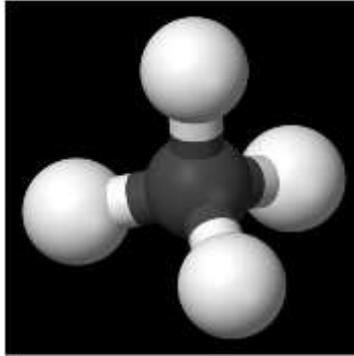
Type d'usage du compost	Qualité souhaitée	Actions attendues	Doses d'apport conseillé
Grandes cultures	Grossier, moyen, frais, mûr	Biostimulation, amendement	15-20 t/ha
Viticulture	Moyen, mûr	Amendement avant plantation	avant plantation 15-20 t/ha entretien 10-15 t/ha/5ans
	Grossier, frais	Anti érosion en mulch	
Arboriculture	Moyen, mûr	Amendement, engrais avant plantation	15-20 t/ha/5ans
	Fin, très mûr	Amendement Entretien localisé	
Maraîchage plein champ	Fin, très mûr	Engrais	15-20 t/ha
Horticulture, pépinière	Fin, très mûr, mélangé	Engrais, culture en pots	15-50 t/ha (apport unique)
	Fin, très mûr	Engrais, amendement plein champ	
Espaces verts	Fin, très mûr	Amendement, engrais	
	Grossier, frais ou mûr mélangés avec de la terre végétale	Amendement	
Jardinage	Fin, très mûr	Amendement, engrais	variables
Carrières	Grossier, moyen, frais, mûr	Amendement	
Réhabilitation, végétalisation	Moyen, fin, très mûr	Amendement frais	
Reforestation	Grossier, moyen, frais, mûr	Amendement, engrais	

usages du compost et effets attendus

4.2 Intérêts de la méthanisation

La méthanisation est un procédé analogue au compostage en ce sens qu'il transforme par l'action de micro-organismes la matière organique fermentescible pour produire un résidu plus stable, le digestat, qui constitue une matière fertilisante. Mais, conduit de de façon maîtrisée dans un réacteur fermé, la fermentation anaérobie permet de produire de l'énergie.

Produit à forte valeur énergétique, le biogaz constitue une ressource renouvelable d'un grand intérêt en raison de sa teneur en biométhane, hydrocarbure de formule brute CH₄.



représentation en 3D d'une molécule de méthane (CH₄)

Gaz présent à l'état naturel produit par des organismes vivants, le méthane est le plus simple composé de la famille des alcanes, il est principalement utilisé par les êtres humains comme combustible. Mais, pour mettre en œuvre une valorisation du biométhane produit, celui-ci doit être plus ou moins purifié avant toute utilisation.

Cette étape de préparation, plus ou moins complexe et onéreuse, est conditionnée par le type de valorisation retenu (qui n'est pas exclusif), à savoir, une combustion maîtrisée pour assurer la valorisation de la chaleur, une combustion pour produire de l'électricité injectée ou non sur le réseau public, une production de méthane carburant, et enfin, une injection sur le réseau de gaz naturel³³.

³³ Disposition prévue par l'amendement CE-361 de la loi Grenelle 2 définissant le cadre d'injection sur le réseau.

5. COMPARAISON DES FILIERES DE GESTION DES LITIERES SOUILLEES

5.1 Etat des lieux de la gestion des déchets ménagers en France

Les récentes données officielles³⁴ fournies par l'ADEME font état pour la France d'un flux annuel de 668 kg de déchets ménagers et assimilés (DMA) constitué par 4 principaux flux : (a) ordures ménagères résiduelles (OMR), (b) recyclables secs des ordures ménagères (RSOM) hors verre, (c) verre et déchets des déchèteries, et (d) gravat-déblais.

En quantité, ces flux se décomposent comme suit :

- (a) 261 kg collectés en bac de mélange d'Ordures Ménagères Résiduelles (OMR), également nommés *déchets ménagers et assimilés en mélange*
- (b) 104 kg en bac recyclable et en point d'apport volontaire (PAV),
- (c) 149 kg apportés en déchetterie
- (d) et enfin de 154 kg de gravat-déblais.

nature du déchet	filière de traitement et ou de valorisation			
	valorisation énergétique	enfouissement	recyclage via centre de tri ou réemploi	valorisation biologique
OMR	65%	28%	0%	7%
recyclables	6%		77%	17%
déchetterie	7%	30%	34%	29%

filieres de gestion des déchets ménagers et assimilés
(adapté d'après ADEME, déchets chiffres clefs 2018)

Dans la filière traditionnelle de gestion des déchets ménagers et assimilés, les litières pour chats souillées sont évacuées dans la poubelle domestique avec les OMR, qui représentent un flux de 17,4 Mt/an en France.

Par ailleurs, on peut rappeler que la filière d'incinération des déchets non dangereux en France produit annuellement un peu moins de 3 millions de tonnes de mâchefers (ratio de production de compris entre 20 et 25% du tonnage entrant³⁵).

Le devenir de ces mâchefers est conditionné par le contexte réglementaire comme par l'environnement régional (programmation de travaux routiers, présence de matériau recyclé...).

³⁴ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/dechets_chiffres_cles_essentiel2018_infographie_010691.pdf
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe_le_mag_n125_faits-et-chiffres.pdf
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/collecte_dechets_par_service_public_resultats_2013-2015_8814.pdf

³⁵ Qualité et devenir des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux, RECORD, étude n° 13-0241/1A, octobre 2015

En considérant la méthode officielle du Bilan Carbone ADEME®³⁶, on retient pour la filière incinération une économie en termes de gaz à effet de serre liée à la valorisation énergétique de 264 kgCO₂évitée/tonne incinérée.

Le tableau ci-après présente les coûts moyens de référence des filières de traitement :

	€/hab/an	€/tonne
coût aidé national moyen du service public de gestion des déchets en €/t OMR ³⁷	53,1€/hab/an (33,1 - 73,2)	251 (194 - 343)
incinération	27,5€/hab/an (12,9 - 40,6)	132€/t (92- 171)
enfouissement	18,9€/hab/an (10,6 - 35)	88€/t (75 - 120)

coûts de traitement des OMR (ADEME 2019)

Il est très délicat de disposer de données financières pour les installations de traitement de la filière biologique (compostage et méthanisation)³⁸.

Une étude relativement récente ADEME de 2014, menée sur un nombre restreint d'usines plus ou moins récentes, donne pour le coût aidé un ratio de 72 à 181€/t, soit, pour le ratio moyen de 261 kg OMR/hab/an, un coût très variable compris entre 18,8 et 47,2€/hab/an.

Il apparait difficile de faire des comparaisons entre filières de traitement pour plusieurs raisons, comme l'imprécision des chiffres (périmètre de calcul, gestion des refus, amortissements, taxes...), l'influence de la taille et du type d'installation de traitement (compostage seul et méthanisation+compostage)...

³⁶ https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?emissions_evitees.htm

³⁷ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/synthese-referentiel-couts-service_public-dechets-2019_010984.pdf

³⁸ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/expertises-installations-traitement-biologique-om-biodechets-201406-rapport_2016-05.pdf

5.2 Etat des lieux de la gestion des litières souillées en France

➤ Les litières de chat, une part non négligeable des déchets ménagers

Les récentes données font état pour la France d'une consommation nationale de litières pour chats estimée à 408 000 t/an (sans inclure les ventes par Internet). Cette quantité correspond à une production nationale annuelle de litières souillées pour chat qui atteint les 612 000 t/an (+50% en masse après utilisation), ce qui représente environ 3,5% en masse totale des OMR produites en France.

Ce ratio, non négligeable, est confirmé par des données de terrain. Dans le cadre de son Programme de Prévention des Déchets, le SICTOM Châteauneuf sur Loire (64 communes pour plus de 85 000 habitants) s'est engagé à partir de 2012 à réduire le poids des OMR de 7%.

Suite à une campagne de caractérisation menée en conformité avec la méthodologie établie par l'ADEME (MODECOM), en moyenne, 5,70% du poids des OMR est constitué par de la litière animale (fourchette comprise entre 2 et 7,6%).

➤ Les litières minérales de chat, une part non négligeable des résidus d'incinération des déchets ménagers

Par ailleurs, on peut rappeler que la filière d'incinération des déchets non dangereux en France produit annuellement un peu moins de 3 Mt de mâchefers (ratio de production de compris entre 20 et 25% du tonnage entrant)³⁹.

Sachant que 65% des OMR, soit 17,4 Mt/an en France, sont traitées par incinération, on peut estimer, avec un tonnage de litières minérales de 375 kt/an, une contribution à la production de mâchefers de :

$$\begin{aligned} 375 \text{ kt} / 17,4 \text{ Mt} &= 2,2\% \\ \text{soit } 2,2\% \times 3 \text{ Mt} &= 64,7 \text{ kt/an de mâchefers} \end{aligned}$$

La substitution de litières minérales, non combustible, par de la litière végétale a donc un impact non négligeable sur la production de mâchefers d'incinération.

En considérant que 65% des litières minérales sont incinérées, on obtient un flux de $375 \text{ kt} \times 65\% = 243\,750 \text{ t/an}$ de mâchefers issus des litières non biodégradables, qu'il faut gérer et transporter. Il est à noter que les mâchefers issus des litières minérales représentent 8,1% du total des mâchefers traités en France, avec un ratio de $243\,750\text{t}/3\text{Mt}$ de mâchefers.

La substitution des litières minérales, non combustibles, par de de la litière végétale a donc un impact non négligeable sur la production de mâchefer d'incinération.

Enfin, on rappelle que la France s'est engagée dans le défi de la transition vers un modèle d'économie circulaire visant à réduire l'utilisation de ressources pour une même production, à allonger la durée de vie des produits, à limiter le gaspillage et à faire des déchets de nouvelles ressources, par le réemploi, le recyclage ou la valorisation.

Cette transition, actée par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) comme l'un des piliers du développement durable, a été réaffirmée à l'occasion de la publication du plan de réduction et de valorisation des

³⁹ Qualité et devenir des mâchefers d'incinération de déchets non dangereux, RECORD, étude n° 13-0241/1A, octobre 2015

déchets 2025 de décembre 2016, ainsi que par la récente feuille de route pour l'économie circulaire¹ (FREC) publiée le 23 avril 2018.

Dans cette optique, le plan national de gestion des déchets⁴⁰ vise en particulier à :

- réduire la quantité de déchets ménagers et assimilés produits par habitants pour qu'à compter de 2020, elle atteigne 10% par rapport à la production de 2010
- augmenter la quantité de déchets faisant l'objet d'une valorisation sous forme de matière, afin d'atteindre 55% à compter de 2020 et 65 % à compter de 2025 des déchets non dangereux, non inertes, mesurés en masse
- augmenter le taux de préparation en vue du réemploi et du recyclage des déchets municipaux pour atteindre 55% en masse en 2025, 60% en 2030 et 65% en 2035
- recycler les déchets d'emballages à hauteur minimum de 65% en masse d'ici 2025 et 70% d'ici 2030
- généraliser le tri à la source des déchets organiques avant 2024 et mettre en place le tri 5 flux (déchets de bois, papier, plastique, métal et verre) pour les déchets d'activité économique.

Cependant les données récentes de l'ADEME⁴¹ présentées dans le tableau ci-dessous montrent que ces ambitieux objectifs sont difficiles à atteindre. Même si entre 2009 et 2015 le taux de réduction des OMR a été de 1,7 Mt (19,1-17,4), les performances actuelles restent en deçà des évolutions attendues.

Ceci souligne l'intérêt pour les collectivités territoriales, maîtres d'ouvrage de la gestion des déchets ménagers, d'inciter leurs administrés à l'emploi de litières végétales, car ce geste a pour conséquence une réduction de 40% des déchets (litières souillées) produits (voir calcul en annexe).

	2009		2011		2013		2015	
	Tonnage collecté en Mt	Performances en kg/hab./an	Tonnage collecté en Mt	Performances en kg/hab./an	Tonnage collecté en Mt	Performances en kg/hab./an	Tonnage collecté en Mt	Performances en kg/hab./an
Ordures ménagères résiduelles	19,1	298	18,8	288	17,7	269	17,4	261,2
Collectes séparées	6,8	106	7	107	7	106	7	104,4
Déchèterie	11,8	184	12,7	195	13	198	13,5	202,3
TOTAL	37,8	588	38,5	590	37,7	573	37,9	568

évolution détaillée des DMA (avec gravats) collectés par type de collectes de 2009 à 2015 (ADEME, 2019)

⁴⁰ https://www.ecologique-solaire.gouv.fr/sites/default/files/Plan%20national%20des%20dechets_octobre%202019.pdf

⁴¹ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/collecte_dechets_par_service_public_resultats_2013-2015_8814.pdf

5.3 Impacts du développement des litières végétales sur la gestion des déchets en France

5.3.1 Filières de gestion

Un total de 4 voies d'évacuation des litières souillées est considéré, avec :

- une collecte en mélange avec les OMR par bac en porte à porte (incinération, enfouissement ou traitement biologique compostage ou méthanisation)
- une collecte séparative avec le bac biodéchets en circuit court (compostage rustique en jardin privé ou gestion partagée) ou en porte à porte (traitement centralisé compostage ou méthanisation)
- un apport volontaire en déchèterie avec déchets végétaux (compostage centralisé)
- une évacuation hydraulique par les sanitaires (dilution dans le réseau d'assainissement suivi par une digestion anaérobie des boues d'épuration avec production de biométhane et valorisation agricole)

filière de gestion en amont	filière de gestion en aval	type de litière	
		végétale	minérale
collecte avec OMR	incinération	++ ⁽¹⁾	0
	enfouissement	-	
	traitement biologique compostage méthanisation	++ ⁽²⁾ + ⁽³⁾	0 0
collecte avec biodéchets	compostage rustique jardin privé gestion partagée	++ ⁽²⁾ 0 ⁽⁴⁾	0 0
	traitement centralisé compostage méthanisation	++ ⁽²⁾ + ⁽³⁾	0 0
apport en déchèterie avec déchets végétaux	compostage centralisé	++ ⁽²⁾	0
évacuation hydraulique par les sanitaires	réseau d'assainissement digestion des boues d'épuration	+ ⁽⁵⁾ ++ ⁽³⁾	0
	valorisation agricole	++ ⁽⁶⁾	+

Légende : ++ effet très positif ; + effet positif ; 0 effet neutre ; - effet négatif

- (1) : *pour du bois sec avec une humidité résiduelle de 15 à 17%, le Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) est de 4 kWh/kg, ce qui souligne l'intérêt de litière végétale en filière incinération, apporteur de thermies*
- (2) : *la forte teneur en cellulose des litières végétales est favorable au compostage*
- (3) : *si le pouvoir méthanogène d'un mix de bois tendre, dont la composition est estimée proche de la litière végétale, est en moyenne de 80 Nm³ CH₄/g de matière sèche (62 à 99)⁴², l'apport en méthanisation de litières végétales est bénéfique au procédé car producteur de méthane biologique (mais il conviendrait de procéder à des tests de méthanisation de litières végétales souillées)*
- (4) : *la gestion partagée du compost, en pied d'immeuble ou dans des espaces publics dédiés, impose un fort engagement des bénévoles. Aussi, l'exploitation et le suivi collectif apparaissent difficiles dans le temps*
- (5) : *au niveau du réseau d'assainissement, d'une densité inférieure à l'eau, la matière organique biodégradable se solubilise rapidement sans risque de sédimentation et donc d'obstruction au bon écoulement des eaux usées*
- (6) : *par son effet amendant, l'apport de cellulose améliore la qualité du sol car elle favorise la formation de complexes argilo-humiques et réduit le ruissellement responsable de l'érosion*

En comparaison, la litière minérale n'a aucun pouvoir calorifique, ne présente aucun intérêt en compostage et en méthanisation, présente des risques de décantation dans les réseaux d'assainissement mais participe à l'amélioration de la qualité du sol pour les litières argileuses (formation du complexe argilo-humide).

5.3.2 Scénario de développement avec pour hypothèse un transfert de 50% des acheteurs de minérale pour de la litière végétale

En considérant les hypothèses suivantes :

- Total marché = 408 000 tonnes (GMS 376 000 + GSS 32 000)
- Litières végétales = 33 000 tonnes (8%) - densité 430g / litre
- Litières minérales = 375 000 tonnes (92%) - densité moyenne = 798g / litre
- Réduction en flux des litières minérales = 375 000 x 50% = 187 500 tonnes

⁴² LIU Xun, BAYARD Rémy, BENBELKACEM Hassen, BUFFIERE Pierre, et GOURDON Rémy Évaluation du potentiel biométhanogène de biomasses lignocellulosiques, Déchets Sciences et Techniques - N° 67 - Juin 2014, p. 36-49

Compte tenu du pouvoir absorbant comme de la densité des litières végétales, une réduction de volume des déchets est attendue. L'Analyse de Cycle de Vie menée par le laboratoire EVEA a permis de réaliser que l'utilisation de litière végétale permet d'économiser en moyenne 40% de volume en kg de litières par rapport aux litières minérales (voir calcul en annexe).

En synthèse, si 50% des consommateurs de litières minérales modifient leurs achats et passent en végétales⁴³, le gain de poids dans la filière déchets sera de

$$187\,500\text{ t} \times 40\% = 75\,000\text{ t/an}$$

Et la réduction massique du total des déchets de litières sera alors de :

$$75\,000\text{ t} / 408\,000\text{ t} = 18\%$$

En conséquence, cette évolution vers la litière végétale entraîne :

- une réduction massique du total des mâchefers de :

$$187\,500\text{ t} \times 65\% \text{ (filiale incinération)} = 93\,750\text{ t} / 3\text{ Mt de mâchefers} = 3,1\%$$

- une économie de :

$$75\,000 \times 251\text{ € (coût des déchets / t)} = 18,82\text{ M€/an}$$

- un gain environnemental

en considérant l'exemple d'une tournée de collecte des OMR avec un trajet moyen de 10 km de la benne jusqu'à l'incinérateur, on obtient une réduction annuelle de 124 tonnes CO₂eq, soit l'équivalent d'environ 972 485 km parcourus en avion court courrier, i.e. 745 aller-retours Paris-Marseille en avion (source ACV Sevea 2020)

Il est à noter que ces estimations peuvent être beaucoup plus conséquentes sur des communes fortement urbanisées avec une population de chats domestiques élevée. Dans ces conditions, la production des déchets de litières est beaucoup plus importante.

Si l'on se réfère à l'étude de caractérisation des déchets précédemment citée sur la commune de Châteauneuf sur Loire, les litières représentent 5,7% des déchets de la commune mais sans tenir compte des déjections.

Si l'on prend en compte le fait que les litières génèrent 50% de poids en plus venant des déjections, le pourcentage passe à 8,5% (5,7% + 50%). C'est donc plus de 2 fois plus que la moyenne nationale de 3,5% !

Pour des communes fortement urbanisées les gains dûs à la réduction de litière en poids, en euros et en environnement peuvent ainsi être doublés.

⁴³ On ne prend pas en compte la masse d'urine et de fèces absorbée par la litière.

Annexe

Calcul RETTENMAIER réalisé à partir de l'étude des consommation de litière dans l'ACV

Calcul passage de 100% des litières minérales en litières végétales				
Données panel Nielsen				
	Tonnes	%	Consommation en kg et mensuel pour un chat (1)	Pondération
Litières Non agglomérantes	377 000			
Litières Non Agglomérantes Minérales	240 000	100%		
Catsan	50 000	21%	12,4	2,58
Silice	43 000	18%	9,6	1,72
Sépiolite - attapulgite - autres	147 000	61%	22,8	13,97
Moyenne litières Minérales				18,27
Litières Non agglomérantes végétales				
Litières végétales	25 000		10,2	10,2
	Tonnes	%	Consommation en kg et mensuel pour un chat (1)	Pondération
Litières Agglomérantes	112 000			
Litières Agglomérantes Minérales	107 000	100%		
Catsan	10 000	9%	12,9	1,21
Bentonite, autres	97 000	91%	13,8	12,51
Moyenne Litières Minérales				13,72
Litières Agglomérantes Végétales	5 000	100%		
Cat's Best Original	1 400	28%	4,6	1,29
Cat's Best Smart Pellets	300	6%	8,2	0,49
MDD Rettenmaier	1800	36%	4	1,44
Autres	1500	30%	6	1,80
Moyenne litières Végétales				5,02
(1) données ACV réalisées par le cabinet EVEA				
Calculs	Litières non agglomérantes			
	Gain remplacement de la litière minérale par une litière végétale			
	$18,27 - 10,2 = 8,07$ soit 44%			
	Litières agglomérantes			
	Gain remplacement de la litière minérale par une litière végétale			
	$13,72 - 5,02 = 8,7$ soit 63%			
	Moyenne gain non agglomérante et agglomérante			
	Les litières non agglomérantes représentent 64% du marché			
	Les litières agglomérantes représentent 36% du marché			
	Gain moyen passage minéral à végétal avec pondération			
	Pondération litières non agglomérantes			
	$18,27 \times 64\% = 11,69$ et $10,02 \times 64\% = 6,41$			
	Pondération litières agglomérantes			
	$13,72 \times 36\% = 4,94$ et $5,02 \times 36\% = 1,81$			
	Total litière minérale pondérées = $11,69 + 4,94 = 16,63$			
	Total litières végétales pondérées = $6,41 + 1,81 = 8,22$			
	Gain moyen = $16,63 - 8,22 = 8,41$ soit 50%			
	Nous prenons une marge d'erreur de 10% en fonction de l'évolution du marché et de répartition qui peuvent bouger			
	Gain moyen passage litières minérales aux litières végétales = 40%			