le cnam

Le CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

PARIS

NOTE DOCUMENTAIRE

présentée en vue d'obtenir l'unité d'enseignement de Communication pour l'ingénieur

dans le cadre du diplôme de l'Ecole d'ingénieur du Cnam

SPÉCIALITÉ : Bâtiment et Travaux Publics

PARCOURS : Aménagement et Environnement

par

Mme Nathalie VAUTRIN

Note documentaire intitulée

Compost incluant des déchets alimentaires
Services écosystémiques, critères d'application et prospective territoriale en Ile-de-France

---

le cnam

Ce document doit être cité comme suit : VAUTRIN Nathalie (2024). Compost incluant des déchets alimentaires : Services écosystémiques, critères d'application et prospective territoriale en Ile-de-France. Note documentaire. Communication pour l'ingénieur en bâtiment et travaux publics, aménagement et environnement. Le Cnam, 62p.

Nathalie VAUTRIN (2024)

Compost incluant des déchets alimentaires
Services écosystémiques, critères d'application et prospective territoriale en Ile-de-France

Note documentaire

Table des matières

Glossaire iii
Liste des abréviations 1
Liste des figures 2
Liste des tableaux 4
Introduction 5
Partie 1 : Les déchets alimentaires 7
1.1.Les déchets alimentaires 7
1.1.2. Caractéristiques des déchets alimentaires 8
1.1.2. La sortie du statut de déchet 9
1.2. Gestion historique des déchets 9
1.3. Quantités importantes de déchets à traiter 10
1.3. La loi AGEC 11
1.4. Le compostage une solution pour mieux gérer les déchets 13
Partie 2 : Apport dans le sol de compost incluant des déchets alimentaires 14
2.1. Le sol, ses fonctions et ses dégradations 14
2.2. Amendement du sol avec du compost 16
2.2.1. Le compost : une source précieuse de matière organique 17
2.2.2. La structure du sol améliorée 18
2.2.3. Augmentation de la quantité de gros agrégats et de la stabilité des agrégats du sol 18
2.2.4. Augmentation de la porosité 19
2.2.5. Amélioration de la rétention d'eau et réduction de l'évaporation 20
2.2.6. Augmentation de la teneur en carbone organique 21
2.2.7. Matière organique, nutriments et vie du sol 22
2.3. Résilience 24
2.4. Matière organique, nutriments et fertilité 25
2.5. Conclusion partie 2 26
Partie 3 : Les critères d'applications 27
3.1. Seuils réglementaires 27
3.2. Propriétés physico chimiques du compost 28
3.2.1 Maturité et stabilité du compost 28
3.2.2. Azote 29
3.2.3. Rapport C/N 30
3.2.4. Teneur en humidité 31
3.2.5. Teneur en oxygène 31

3.2.6. Température 32
3.2.7. pH 33
3.3. Organismes vivants 34
3.4. Matières premières 35
3.4.1. Mélange de matières premières 35
3.4.2. Verre et teneur en sel 36
3.4.3. Teneur en microplastiques (MP) 36
3.4.4. Teneur en métaux 38
3.5. Conclusion de la partie 3 39
Partie 4 : Prospective territoriale en Ile-de-France 40
4.1. L'Ile-de-France, un territoire dynamique 40
4.2. Les déchets alimentaires en Ile-de-France 41
4.2.1. Les déchets alimentaires : des déchets dispersés dans plusieurs catégories 41
4.2.2. Les quantités de déchets alimentaires en Ile-de-France 42
4.2.3. Le cas des SPA3 42
4.3. La gestion des déchets en Ile-de-France 43
4.3.1. Le Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD) d'Ile-de-France 43
4.3.2. Les déchets alimentaires en Ile-de-France : principalement pour la méthanisation 44
4.3.3. Le tri à la source et compostage des déchets alimentaires: Gaz à Effet de Serre (GES) évité ? 45
4.4. La gestion de proximité 46
4.5. La collecte porte à porte et les plateformes de compostage 47
4.6. Les débouchés 49
4.7. Sensibilisation, animation, formation 49
4.8. Conclusion de la partie 4 50
Conclusion 51
Références bibliographiques 52
Références Webographiques 55
Résumé 56
Summary 56

Glossaire

Amendement du sol : Produit destiné à améliorer les propriétés du sol

Biodéchets : Déchets organiques fermentescibles
- les déchets alimentaires ou « déchets de cuisine et de table » : déchets de cuisine tels que les restes de repas, de préparations (épluchures) ou les produits périmés non consommés, issus des ménages, des restaurants, des traiteurs, etc.
- les déchets issus de l'entretien des parcs et jardins ou « déchets verts » : tontes de pelouse, feuilles mortes, tailles d'arbustes, haies et brindilles, etc.

Biodiversité : Diversité de la vie sur terre (concernant les écosystèmes, les espèces et les gènes) dans l'espace et dans le temps, ainsi que leurs interactions.

Compost :
- Produit du compostage des déchets
- Espace où se déroule le processus de compostage

Compostage : Processus naturel de décomposition par des micro-organismes dans des conditions aérobies, produisant des éléments nutritifs dont l'issue est le retour au sol.

Déchet alimentaire : Denrée alimentaire devenue un déchet.

Déchet : Substance ou objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'obligation de se défaire.

Fertiliser : Apport d'éléments nécessaires au développement des plantes

Matière organique des sols : Constituants organiques formés à partir des produits de l'activité biologique.

Macrofaune : Organismes du sol dont la taille se situe entre 2 à 20 mm

Mésofaune : Organismes vivant dans le sol de 0,2 à 4 mm de longueur.

Microfaune : Organismes de petite taille et non visibles à l'œil nu.

Services écosystémiques : Bénéfices que les humains retirent des écosystèmes.

Les services écosystémiques ont été classés en 4 catégories :
- **Services de support ou de soutien** : services nécessaires à la production des autres services, c'est-à-dire qui créent les conditions de base au développement de la vie sur Terre (Formation des sols, production primaire, air respirable, etc.).
- **Services d'approvisionnement ou de production** : services correspondant aux produits, potentiellement commercialisables, obtenus à partir des écosystèmes (Nourriture, eau potable, fibres, combustible, produits biochimiques et pharmaceutiques, etc.).
- **Services de régulation** : services permettant de modérer ou réguler les phénomènes naturels (Régulation du climat, de l'érosion, des parasites, etc.).
- **Services culturels** : bénéfices non-matériels que l'humanité peut tirer des écosystèmes, à travers un enrichissement spirituel ou le développement cognitif des peuples (Patrimoine, esthétisme, éducation, religion, etc.).

Liste des abréviations

ADEME : agence de la transition écologique

CEREMA : centre d'études et d'expertise sur les risques, la mobilité et l'aménagement

DAE : déchets d'activités économiques

DMA : déchets ménagers et assimilés

FAO : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

GES : gaz à effet de serre

IAU : ancienne appellation de l'institut paris région

IDF : Île-de-France

MO : matière organique

MODECOM : mode de caractérisation des ordures ménagères

MOS : mode d'occupation du sol

MP : microplastique

NF : norme française

OMR : ordures ménagères résiduelles

ORDIF : observatoire régional des déchets

PRPGD : plan régional de prévention et de gestion des déchets

RCC : réseau compost citoyen

SPA : sous-produits animaux

Syctom : agence publique de la gestion des déchets en Île-de-France

Liste des figures

Figure 1. Les déchets selon les types de producteurs. Entourés en rouge : catégories avec présence de déchets alimentaires d'après l'ORDIF d'IDF (VAUTRIN) 7
Figure 2. Les déchets selon leurs propriétés d'après l'ORDIF d'IDF (VAUTRIN) 8
Figure 3. Composition des poubelles grises en France (MODECOM 2017 – ADEME) 10
Figure 4. Les objectifs du développement durable (D'après le CEREMA) 11
Figure 5. Compostage des déchets alimentaires (Cerda et al., 2018) 13
Figure 6. Les services écosystémiques fournis par le sol 14
Figure 7. Principaux facteurs, causes et conséquences de la dégradation des sols (De Corato et al., 2024) 15
Figure 8. Composition texturale et quantité de gros agrégats dans un sol sableux et un sol limoneux (Rivier et al., 2022) 19
Figure 9. Influence de l'application à long terme de compost et d'engrais minéraux sur la concentration en carbone organique du sol. (Yu et al., 2012) 21
Figure 10. Photos d'insectes présents dans le compost (Madhuri and Gayatri, 2010) 23
Figure 11. Gestion durable des sols en serre horticole (Louis BOLK instituut, issu de Van Der Wurff et al. 2016). Caractéristiques générales des systèmes basés sur des modèles de gestion des risques, ou de contrôle et de résilience, ou des modèles d'adaptation 24
Figure 12. Moyennes de N-NO3, mesurées à plusieurs semaines, dans des sols amendés avec des composts de différentes origines (Kelley, Wilkie and Maltais-Landry, 2020) 25
Figure 13. Evolution des formes minéralisées d'azote dans le tas de compost au cours du processus de compostage (Ulrich Galli (Van Der Wurff et al., 2016)) 29
Figure 14. Test au poing pour évaluer l'humidité du compost pendant le processus de compostage. De gauche à droite : trop humide, optimal et trop sec (Van Der Wurff et al., 2016) 31
Figure 15. Modifications de la communauté bactérienne suite à différents traitements d'aération (T1, T2, T3 et T4) et à différents jours (D3, D7, D21) pour des composts de déchets alimentaires issus de la même origine. (Wang et al., 2021) 32
Figure 16. Evolution de la température dans un tas de compost, avec retournement (Michael Raviv, dans Van Der Wurff et al., 2016) 32
Figure 17. Evolution théorique de la température pendant le compostage. (Palaniveloo et al., 2020) 33
Figure 18. Variation de température dans différents composts et contrôle du sol. (Lalremruati and Devi, 2021) CF = Compost de déchets alimentaires ; C = Contrôle ; VW = déchets végétaux mélangés ; LP = écorces de citron 33
Figure 19. Variation du pH dans les différents types de composts et contrôle du sol (Lalremruati and Devi, 2021) CF = Compost de déchets alimentaires ; C = Contrôle ; VW = déchets végétaux mélangés ; LP = écorces de citron 33
Figure 20. Pollution, devenir et transport des microplastiques dans les agrosystèmes (Le et al., 2023) 37
Figure 21. Part en % de la superficie de l'Ile-de-France selon le mode d'occupation du sol (MOS) en 2012 (MOS, IAU-Idf, 2017 – PRPGD, 2019) 40
Figure 22. Evolution de l'occupation du sol selon le mode d'occupation du sol (MOS) en Ile-de-France, entre 1990 et 2012 (en ha) (MOS, IAU-Idf, 2017 – PRPGD, 2019) 40
Figure 23. Les déchets alimentaires dans les catégories de déchets (Barrault et Lemaire, ORDIF, 2022) 41
Figure 24. Composition des biodéchets contenus dans les OMR en IDF (ORDIF, 2023) 42
Figure 25. Catégories de Sous-Produits Animaux (SPA) (Syctom, 2017) 42
Figure 26. Schéma de la Filière Biodéchets (https://www.clusterems.org) 43
Figure 27. Recyclage biologique des déchets alimentaires traités en Ile-de-France en 2020 (Barrault et Lemaire, ORDIF, 2022) - (DA : Déchets alimentaires) 44
Figure 28. Installations de traitements biologiques et quais de transferts des déchets alimentaires en Ile-de-France, en 2020 et 2021 (ORDIF, 2022) 44

Figure 29. Capacités techniques de sites franciliens pouvant accueillir des déchets alimentaires (DA), estimées en 2022 (Barrault et Lemaire, ORDIF, 2022) 45
Figure 30. Collectivités d'Ile-de-France proposant des actions de gestion de proximité des biodéchets sur le territoire en 2021 (ORDIF) 46
Figure 31. Tonnages des déchets alimentaires collectés dans les plateformes d'IDF, suivant leur origine. Encadré rouge : déchets collectés par les service public (ORDIF, 2022) 47
Figure 32. Evolution des tonnages de déchets alimentaires collectés à la source depuis 2015 en Ile-de-France (ORDIF, 2022, et complété avec les chiffres du Rapport de suivi du PRPGD, 2023) 47
Figure 33. Les installations de compostage en Ile-de-France, de 2016 à 2021 (hors boues exclusivement et hors OMR) (ORDIF, 2022) 48

Liste des tableaux

Tableau 1. Les 10 principaux pays européens producteurs de déchets, en 2018. (Eurostat, 2020 - Institut Région Paris) 10
Tableau 2. Propriétés physicochimiques de plusieurs composts matures produits à partir de déchets alimentaires et mélangés à différents agents de charge (Palaniveloo et al., 2020) 17
Tableau 3. Modifications de la porosité du sol affectées par l'application de compost (Weber et al., 2007) 19
Tableau 4. Effets du compost sur la rétention d'eau et l'eau disponible pour les plantes dans les sols non agricoles. (Kranz et al., 2020) 20
Tableau 5. Seuils agronomiques de base de la norme NFU 44-051 27
Tableau 6. Seuils d'éléments traces métalliques de la norme NFU 44-051 27
Tableau 7. Définitions de la maturité et techniques d'évaluation. 28
Tableau 8. Définitions de la stabilité et techniques d'évaluation. 28
Tableau 9. Valeur du rapport C/N d'un compost estimé mature. 30
Tableau 10. Aperçu des groupes de mésofaune utilisés comme bio-indicateurs et leurs qualités (Kumari, 2017) 34
Tableau 11. Le rapport C/N des différentes matières organiques est important pour concevoir un bon mélange de départ (Van Der Wurff et al., 2016) 35
Tableau 12. Extrait des informations de caractérisation et d'abondance des microplastiques présents dans le compost (Le et al., 2023) 37
Tableau 13. Concentrations en métaux lourds de différents composts (Chia et al., 2020a) 38

Introduction

Les défis environnementaux que doivent surmonter les sociétés humaines sont multiples. Ils concernent notamment l'exploitation des ressources naturelles et ses impacts : épuisement et dégradation des sols, gaspillage alimentaire et gestion des déchets.

Le sol rend un grand nombre de services aux sociétés humaines, tels que des services de support et de régulation. Ces services sont fragilisés par la dégradation des sols, résultante d'une combinaison de facteurs principalement anthropiques, qui entraîne des répercussions néfastes sur la santé des sols par perte de matières organiques, de fertilité et de biodiversité. L'économie humaine déséquilibre les cycles naturels en empêchant le retour au sol de la biomasse, notamment en raison de la distance entre les lieux de production agricole et de consommation ainsi que par sa gestion des déchets.

Les déchets alimentaires, c'est-à-dire toutes denrées alimentaires devenues des substances dont le détenteur se défait, représentent 27 % des poubelles grises françaises. Ces déchets ne sont donc pas triés et finissent incinérés ou enfouis. Parmi ce flux, le gaspillage alimentaire représente un prélèvement inutile de ressources naturelles. Environ un tiers de la nourriture produite, soit l'équivalent de 1,3 milliard de tonnes de nourriture, est gaspillé chaque année dans le monde et les ménages représentent le plus grand contributeur à ce gaspillage. Ce sont là des traitements de déchets qui pourraient être évités et n'engendreraient pas les coûts afférents, les déchets alimentaires occupant une place importante dans les installations de traitements et dans les décharges.

Le retour au sol de ces matières organiques est nécessaire à l'équilibre des écosystèmes, participant à la richesse des sols, au maintien des nutriments et à la vie microbienne. Ainsi, les déchets alimentaires correspondent à un gisement non négligeable qu'il faut détourner de l'élimination traditionnelle en vue d'une économie circulaire de la matière organique et par conséquent d'une amélioration de la qualité des sols. En outre, l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et les Nations Unies (ONU) prévoient que la demande alimentaire augmentera pour répondre à la population mondiale estimée à environ 10 milliards de personnes en 2050. Le maintien de la santé des sols est donc une question cruciale à l'échelle mondiale pour la sécurité alimentaire, et également pour réduire les problèmes environnementaux et limiter les conséquences émergentes du changement climatique.

La gestion de proximité des biodéchets (déchets alimentaires et déchets verts), c'est-à-dire au plus près du lieu de génération, est nécessaire pour détourner ce flux de la mise en décharge et de l'élimination, et pour permettre un retour au sol de qualité par une valorisation agronomique. La loi AGEC de 2020, relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire, a instauré l'obligation pour les détenteurs de biodéchets supérieurs à 5 tonnes par an de mettre en place un tri à la source ou une collecte sélective ainsi qu'une valorisation biologique à partir du 1er janvier 2023. Cette obligation s'est étendue à tous les producteurs et détenteurs de biodéchets, y compris aux collectivités territoriales, depuis le 1er janvier 2024.

Les initiatives se mettent donc en place sur le territoire national pour répondre à cette exigence. Les collectes en porte à porte, pour alimenter des plateformes de compostage ou de méthanisation, ou les solutions de compostage de proximité se développent. Le compostage, processus naturel de décomposition par des micro-organismes dans des conditions aérobies, produit des éléments nutritifs dont l'issue est le retour au sol.

Dans ce contexte, cette note vise à comprendre en quoi l'intégration des déchets alimentaires dans le compost peut favoriser le sol. Il apparait en effet intéressant d'établir le lien entre le processus de compostage et les services écosystémiques du sol puis d'en déterminer les conditions.

Cette note documentaire cherche à faire humblement état de l'art sur ce sujet et à réunir les éléments de compréhension autour du compostage incluant des déchets alimentaires et des conséquences de cette pratique sur le sol. Les premières parties de ce devoir sont dédiées à la description des services systémiques du sol favorisés par l'apport de compost et au recensement des critères d'application du compost dans le sol ainsi que ceux des déchets alimentaires intégrant le processus de compostage.

Enfin, la dernière partie de cette note est consacrée à la prospective territoriale du sujet en Ile-de-France, à la capacité et à la gestion de la région pour gérer cette réglementation.

Partie 1 : Les déchets alimentaires

1.1.Les déchets alimentaires

Un déchet est défini au niveau européen comme « toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire ». L'article L. 541-1 du Code de l'environnement reprend cette définition.

Dans ce cadre, le déchet dispose d'un statut qui a comme objectif d'éviter les risques pour l'environnement et la santé publique. La qualification de déchet entraîne l'obligation de respecter un certain nombre de précautions nécessaires afin d'assurer leur bonne gestion : leur collecte, leur transport, leur valorisation et leur élimination dans le respect de l'environnement et de la santé humaine.

Les déchets ont été catégorisés selon les types de producteurs (Figure 1) et selon leurs propriétés (Figure 2) dans lesquelles les déchets alimentaires sont identifiables.

Les déchets alimentaires font partis, avec les déchets verts, des biodéchets. Ce sont des déchets organiques fermentescibles correspondant aux restes de préparation (épluchures), aux restes de repas et aux produits périmés non consommés. Ils sont caractérisés par une composition riche en eau, jusqu'à 80% (Ingénieries n° 57-58, 2009).

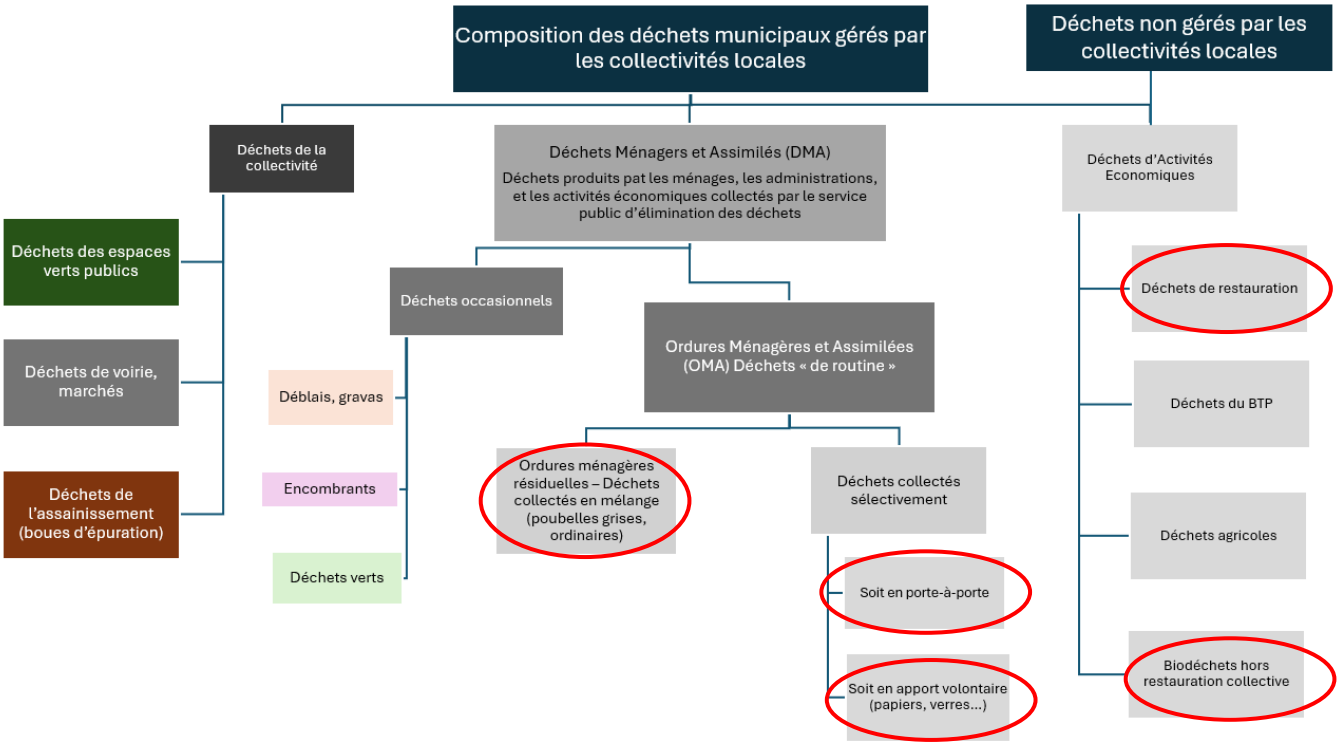

Figure 1. Les déchets selon les types de producteurs. Entourés en rouge : catégories avec présence de déchets alimentaires d'après l'ORDIF d'IDF (VAUTRIN)

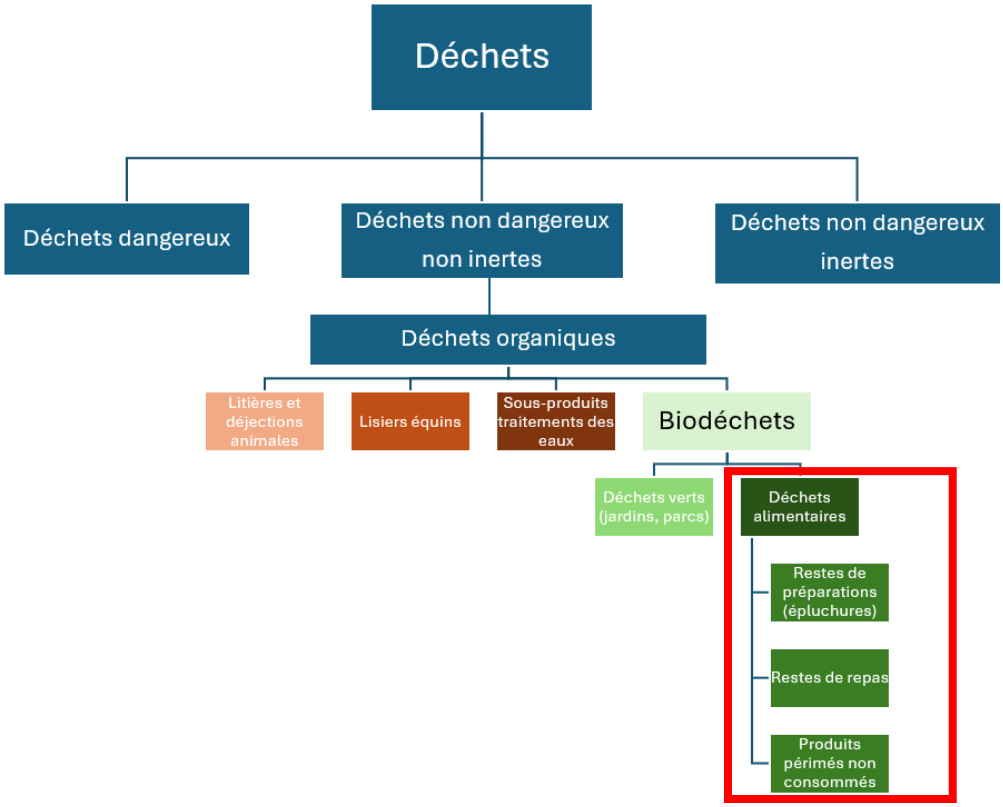

Figure 2. Les déchets selon leurs propriétés d'après l'ORDIF d'IDF (VAUTRIN)

1.1.2. Caractéristiques des déchets alimentaires

L'une des propriétés particulières des déchets alimentaires est leur teneur élevée en humidité et leur faible structure physique, qui leur permettent de se décomposer facilement avec la température et les micro-organismes (Palaniveloo et al., 2020). Les déchets alimentaires peuvent être très variables selon la source et dépendent des habitudes alimentaires des consommateurs (Cerda et al., 2018). Ils peuvent être classés en deux grands groupes, selon leur origine : animale ou végétale (Esparza et al., 2020). Les déchets d'origine animale proviennent principalement de la transformation des produits laitiers, de la viande, de la pêche et des produits de la mer. Quant aux déchets d'origine végétale, différents types de résidus sont trouvés tels que des céréales, des racines et tubercules, des oléagineux et légumineuses, des fruits et légumes.

Tous ces résidus ont en commun une teneur élevée en matière organique riche en divers composés, notamment des glucides (60%), des protéines (20%), des lipides (10%) et des composés bioactifs (Chew et al., 2018) qui les rendent très précieux pour la récupération des nutriments.

De manière générale, les déchets de fruits et légumes représentent le groupe le plus important dans la composition des déchets alimentaires ménagers produits en Europe, suivis par les produits céréaliers (Esparza et al., 2020).

Dans les pays en développement, les déchets de fruits et légumes représentent également le groupe le plus important dans les déchets alimentaires ménagers.

1.1.2. La sortie du statut de déchet

Les principes de la procédure de sortie du statut de déchet au niveau national sont décrits dans l'article L.541-4-3 du code de l'environnement. Un déchet cesse d'être un déchet après avoir été traité et avoir subi une opération de valorisation, notamment de recyclage ou de préparation en vue de la réutilisation, s'il remplit l'ensemble des conditions suivantes :

- la substance ou l'objet est utilisé à des fins spécifiques ;
- il existe une demande pour une telle substance ou objet ou elle répond à un marché ;
- la substance ou l'objet remplit les exigences techniques aux fins spécifiques et respecte la législation et les normes applicables aux produits ;
- son utilisation n'aura pas d'effets globaux nocifs pour l'environnement ou la santé humaine.

1.2. Gestion historique des déchets

A partir du Moyen Age, la pratique pour se débarrasser des ordures était le « tout-à-la-rue ». Cependant, avec la croissance de la capitale, ont grandi des problèmes d'insalubrité.

Comme solution, en 1883, le préfet POUBELLE propose une action innovante : l'implication de la population dans l'effort d'assainissement en normalisant l'utilisation de récipients et en organisant la collecte des déchets. Cette réglementation fut si impopulaire que les récipients pour les ordures furent nommés du nom de leur créateur.

Ainsi, depuis le XIXe siècle, un grand réseau de circulation et de traitement des flux de déchets s'est organisé pour résoudre les problèmes d'insalubrité urbaine.

La gestion des déchets ménagers relève de la responsabilité des collectivités territoriales, dans le cadre du « service public de gestion des déchets ». Ce service public trouve son origine dans le pouvoir de police que détient le maire et qui a pour objet d'assurer le bon ordre, la sûreté et la salubrité publique.

Jusqu'à aujourd'hui, le traitement des déchets s'est organisé de la manière suivante :

- les citoyens déposent leurs déchets dans les poubelles,
- une collecte des poubelles est organisée,
- les déchets sont enfouis ou incinérés.

Il s'agit d'un système linéaire, d'une technique réticulaire et infrastructurelle (Lehec, 2016) dans lequel l'usager est celui qui effectue le premier geste permettant la collecte : le dépôt des ordures dans la poubelle.

1.3. Quantités importantes de déchets à traiter

L'urbanisation et l'industrialisation mondiale, ont entrainé une augmentation importante de la production de déchets. En 2018, la France a produit 342,4 millions de tonnes de déchets (contre 355,1 Mt en 2010). Cela représente 5,1 tonnes de déchets par habitant (Institut Région Paris, 2023) (Tableau 1.).

Tableau 1. Les 10 principaux pays européens producteurs de déchets, en 2018. (Eurostat, 2020 - Institut Région Paris)

	Production totale (milliers de tonnes)	dont dangereux (milliers de tonnes)	Total (tonnes/ habitant)	hors déchets minéraux principaux (tonnes/ habitant)
Union européenne	2 599 478	107 568	5,1	1,8
Allemagne	405 524	24 194	4,9	1,9
France	**342 423**	**12 098**	**5,1**	**1,5**
Royaume-Uni	282 210	6 195	4,2	1,9
Roumanie	203 203	737	10,4	1,1
Pologne	175 144	3 805	4,6	2,1
Italie	172 509	10 138	2,9	1,9
Pays-Bas	145 241	5 159	8,4	2,6
Suède	138 668	2 882	13,6	2,1
Bulgarie	129 752	13 432	18,5	3,1
Finlande	128 252	1 899	23,3	2,6

En 2017, une enquête de l'ADEME a démontré que les déchets alimentaires représentaient 27% des poubelles ménagères des Français (Figure 3).

Une part très importante de la quantité de déchets alimentaires concerne les pertes alimentaires. Environ un tiers de la nourriture produite est gaspillée chaque année dans le monde. Cela représente l'équivalent de 1,3 milliard de tonnes de nourriture. Les ménages sont considérés comme étant les plus grands contributeurs au gaspillage alimentaire.

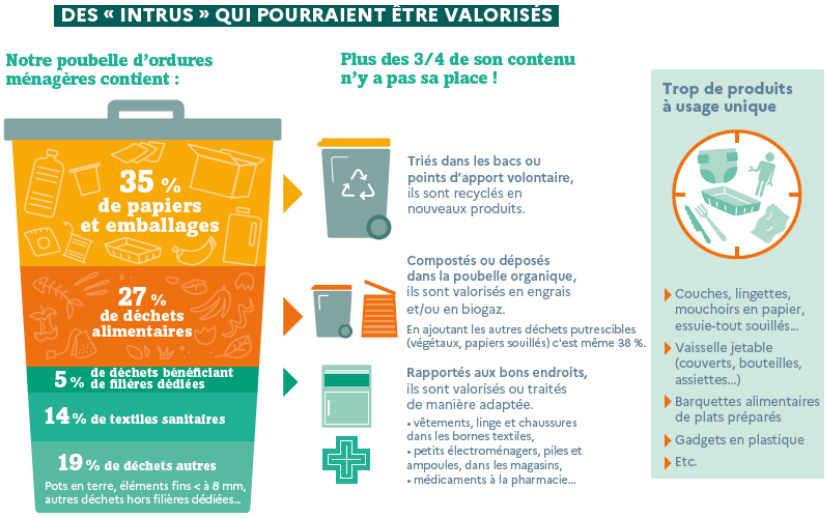

Figure 3. Composition des poubelles grises en France (MODECOM 2017 – ADEME)

La plupart des déchets sont mis en décharge sans aucun prétraitement. Il en résulte des problèmes environnementaux, tels que les émissions de gaz à effet de serre, la formation de lixiviats et la libération de toxines (Chia et al., 2020a).

Aussi, les déchets sont perçus comme un problème mondial et une gestion appropriée doit être développée pour réduire leur production.

Or, les déchets alimentaires peuvent avoir une utilité et ont un potentiel de valorisation et donc une valeur économique. Il s'agit d'un gaspillage que de les incinérer ou de les mettre en décharge alors qu'ils représentent une source importante d'énergie et de matières (Van Der Wurff et al., 2016).

1.3. La loi AGEC

L'Objectif de Développement Durable n°12 (ODD12) vise à réduire considérablement la production de déchets grâce à la prévention, à la réduction, au recyclage et à la réutilisation (Figure 4).

Figure 4. Les objectifs du développement durable (D'après le CEREMA)

Le gaspillage alimentaire est un prélèvement inutile de ressources naturelles et représentent 3% des émissions de gaz à effet de serre, de l'ensemble des émissions nationales, selon l'ADEME. Ce sont également des traitements de déchets qui pourraient être évités.

En Ile de France, l'Institut Paris Région estime que les biodéchets (déchets alimentaires et déchets verts), correspondent à 82 kilos par habitant et par an. Cette part n'est pas triée et est présente dans le flux d'ordures ménagères résiduelles. Appliqué aux 12,4 millions de Franciliens, l'Institut évalue à environ 1 million de tonnes le gisement de biodéchets à capter ou à réduire.

Selon l'Institut Paris Région, l'enjeu principal consiste à éviter ces déchets plutôt que de les capter. La lutte contre le gaspillage alimentaire fait partie des objectifs forts des autorités publiques au niveau européen, national, régional et local.

La Directive n° 2018/851 modifiant la Directive « déchets » oblige les États-Membres à réduire le gaspillage alimentaire dans chaque secteur de la chaîne alimentaire, à faire un suivi des niveaux de gaspillage alimentaire et à faire état des progrès réalisés.

Les stratégies de gestion du gaspillage alimentaire sont axées principalement sur la minimisation des déchets, mais la recherche de solutions de valorisation des déchets constitue également une alternative viable et avantageuse (Salomone et al., 2017).

La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire, dite loi AGEC, a été votée à l'Assemblée nationale et au Sénat le 10 février 2020. Cette loi contient plus d'une centaine de mesures de la vie quotidienne, autour de l'écologie, notamment en préservant les ressources. Ces mesures permettent de changer en profondeur les modes de production et de consommation des citoyens. L'économie circulaire, par une meilleure gestion des ressources et des déchets, permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre et les impacts de la biodiversité de diverses pollutions. La loi fixe des objectifs tels que :

- sortir du plastique jetable,
- mieux informer les consommateurs,
- lutter contre le gaspillage,
- agir contre l'obsolescence programmée,
- mieux produire.

Les déchets alimentaires, en raison de leur taux de production élevé, sont à la fois une source de nuisances pour l'environnement et également un gisement important pour la récupération des matières premières, en vue de l'économie circulaire de la matière organique.

Le Code de l'environnement, article L. 541-21-1 stipule que les personnes qui produisent ou détiennent des quantités importantes de déchets composés majoritairement de biodéchets sont tenus de mettre en place un tri à la source de ces biodéchets et :

- soit une valorisation sur place ;
- soit une collecte séparée des biodéchets pour en permettre la valorisation via des plateformes de compostages

À compter du 1er janvier 2023, cette obligation s'est appliquée aux personnes qui produisaient ou détenaient plus de 5 tonnes de biodéchets par an. Depuis le 1er janvier 2024, cette obligation s'applique à tous les producteurs ou détenteurs de biodéchets, y compris les collectivités territoriales dans le cadre du service public de gestion des déchets.

Les biodéchets entrant dans un traitement aérobie ou anaérobie ne peuvent être considérés comme recyclés que lorsque ce traitement génère du compost, ou du digestat, qui peut être utilisé comme produit, matière ou substance recyclés.

A partir du 1er janvier 2027, les biodéchets entrant dans un traitement aérobie ou anaérobie ne seront considérés comme recyclés que s'ils ont été triés à la source.

1.4. Le compostage une solution pour mieux gérer les déchets

Pour les déchets qui ne peuvent pas être évités, il existe plusieurs solutions de gestion des déchets alimentaires. Le compostage est considéré comme étant une solution durable et efficace pour traiter l'ensemble des biodéchets (Chia et al., 2020a). (Figure 5)

Le compostage conduit à la valorisation et à la gestion de la matière organique. Il présent un double objectif :

- Produire un amendement organique,
- Réduire les nuisances des déchets.

La transformation des déchets alimentaires en produits à valeur ajoutée grâce au compostage est une méthode de gestion efficace et respectueuse de l'environnement (Cerda et al., 2018).

Du lombricomposteur dans un coin de cuisine au méthaniseur industriel de 60 000 tonnes de capacité, en passant par une multitude d'outils de proximité ou de traitement plus ou moins capacitaires, les solutions de compostage sont nombreuses. La gestion de proximité regroupe des solutions domestiques (composteur de jardin ou lombricomposteur d'intérieur) et des solutions collectives (dispositifs d'immeuble) ou de quartier (micro-installations partagées).

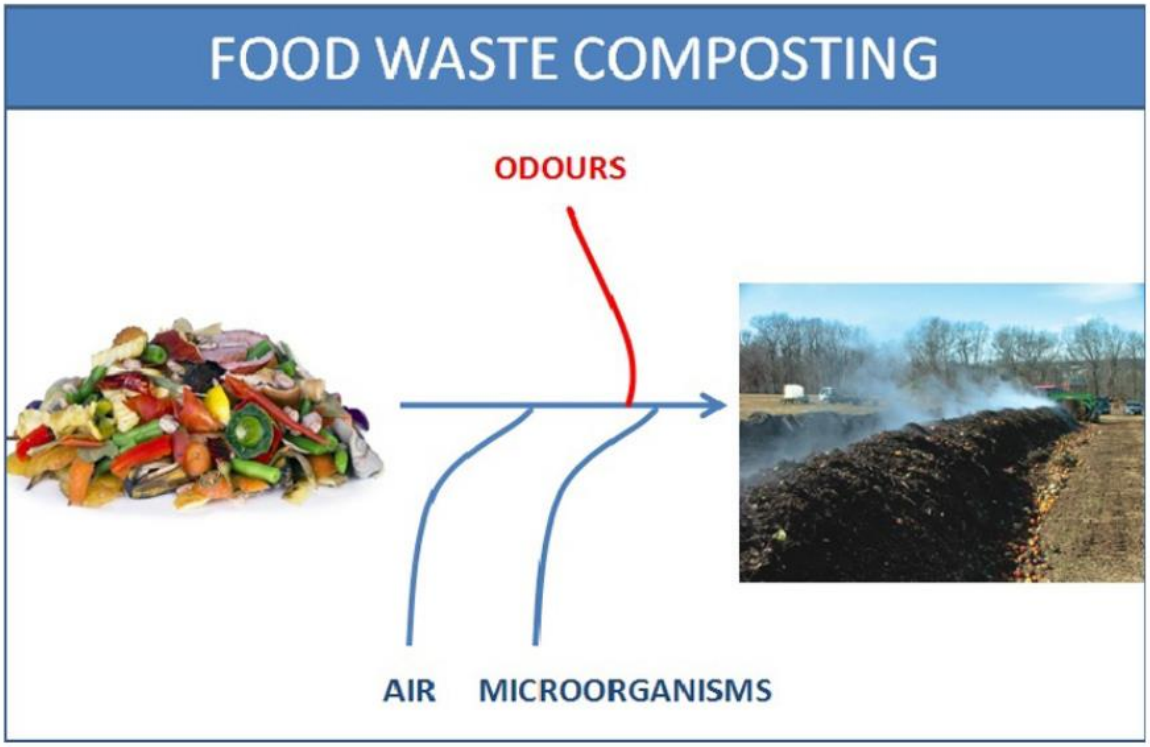

Figure 5. Compostage des déchets alimentaires (Cerda et al., 2018)

Partie 2 : Apport dans le sol de compost incluant des déchets alimentaires

2.1. Le sol, ses fonctions et ses dégradations

Les sols, ou couvertures pédologiques, sont des objets naturels continus et tridimensionnels (BAIZE, 2013). Ils sont formés de constituants minéraux et organiques, présents à l'état solide, liquide ou gazeux, et dont l'organisation forment des structures spécifiques.

Les sols, à l'interface de l'ensemble des compartiments environnementaux, rendent un grand nombre de services écosystémiques lorsqu'ils sont en bonne santé (Figure 6) :

- services de support et d'approvisionnement : support de biodiversité, environ 25 % de la biodiversité mondiale se trouve dans le sol (Institut de Paris), source de matériaux de construction, support des infrastructures et des bâtiments, source et support de la production agricole et sylvicole, fournissant alimentation, énergie, matériaux, plantes ornementales, médicaments, etc. ;

- services de régulation : stockage et épuration de l'eau, régulation du climat, des risques d'érosion et des inondations, atténuation des pollutions de l'air (rôle de filtre), etc. ;

- services culturels : élément structurant du paysage, lieu d'inhumation, mémoire du passé, etc.

Figure 6. Les services écosystémiques fournis par le sol
(Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), 2015)

La formation des sols est un processus lent. A contrario de cette évolution lente, les dégradations sont rapides, voire très rapides. Ces dégradations sont principalement provoquées par les activités humaines, comme l'exploitation agricole intensive (peu de rotation des cultures, utilisation d'engins lourds, travail du sol, utilisation de produits chimiques de synthèse), l'imperméabilisation des sols...(Van Der Wurff et al., 2016)

L'évolution des pratiques agricoles a entrainé des tassements, des problèmes d'érosion, des baisses de teneur en humus, de la fertilité, de la biodiversité,…. Or, le sol vivant est la base du système agricole. Sans biodiversité, la production végétale décline. Dans l'Union Européenne, il est estimé que 16% de la superficie des terres, soit 52 millions d'hectares, subissent des dégradations (Van Der Wurff et al., 2016).

Les régions de grandes cultures, tel que le Bassin parisien, sont particulièrement marquées par ces dégradations (Institut Paris Région).

La dégradation des sols peut être caractérisée par la dégradation de la structure, le compactage, la salinisation, un faible rapport teneur en éléments nutritifs, un faible stock de matière organique, une faible biomasse microbienne, une teneur élevée en polluants, une succession des cultures favorables aux maladies des plantes (De Corato et al., 2024). (Figure 7)

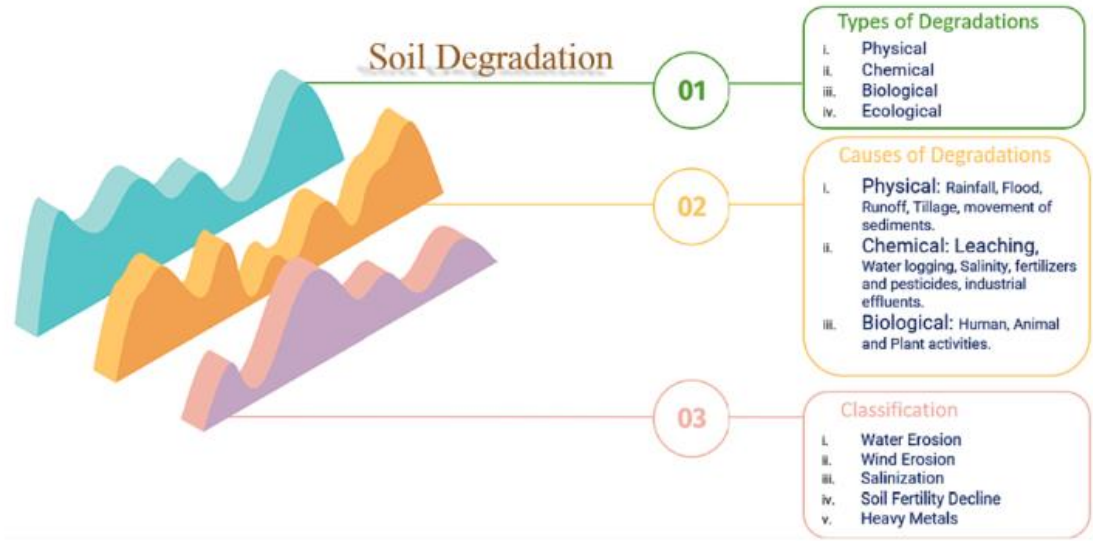

Figure 7. Principaux facteurs, causes et conséquences de la dégradation des sols (De Corato et al., 2024)

De manière plus globale, les autres milieux subissent des modifications importantes liées à la dégradation des sols (Ruellan, 2010) :

- la biosphère se modifie et s'appauvrit ;
- l'atmosphère se pollue et s'enrichit en gaz à effet de serre (gaz carbonique, méthane, oxydes d'azote…), participant au changement du climat ;
- l'hydrosphère se modifie : le cycle de l'eau se raccourcit, les eaux se polluent et se raréfient.

Un sol dont la structure est dégradée :

- voit ses pores réduits/bloqués, ce qui entraine une diminution de la vitesse à laquelle l'eau peut s'infiltrer dans le sol et s'écouler à travers,
- entraine de faibles rendements en raison de la plage restreinte d'humidité,
- entraine une réduction de l'aération, dû au compactage, réduisant les volumes de sol disponibles pour la croissance des racines. La capacité des plantes à pénétrer dans le sol est également réduite lorsque la texture est mauvaise, limitant l'accès aux nutriments et à l'humidité du sol (et donc une baisse de rendements des cultures),
- est plus susceptible de former une croûte de battance après de fortes pluies et est plus facilement érodé par le vent ou l'eau.

En parallèle à ces dégradations, les statistiques de l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et des Nations Unies (ONU) prévoient que la demande alimentaire augmentera, afin de répondre à la population mondiale estimée à environ 10 milliards de personnes en 2050 (Palaniveloo et al., 2020).

La disponibilité alimentaire dépendant des ressources, le maintien de la santé des sols est une question cruciale à l'échelle mondiale pour la sécurité alimentaire, ainsi que pour réduire les problèmes environnementaux et limiter les conséquences émergentes du changement climatique (Palaniveloo et al., 2020).

2.2. Amendement du sol avec du compost

Il existe plusieurs indicateurs de la santé du sol, parmi lesquels se trouvent (Wu et coll., 2021.) :

- la teneur en matière organique (MO), essentielle pour assurer les services écosystémiques cités ci-dessus,
- la perméabilité et la rétention d'eau,
- la stabilité de la structure des agrégats,
- les activités biologiques et biochimiques,
- l'abondance et la diversité du microbiote,
- la résilience à la manipulation par les pratiques agricoles,
- la suppression des maladies.

Face aux difficultés de dégradations des sols, le compost de déchets organiques, dont les déchets alimentaires, semble être une solution permettant de transformer les déchets en produit de qualité dans une approche économique et écologique car il agit comme un amendement du sol, ou un fertilisant.

2.2.1. Le compost : une source précieuse de matière organique

Les déchets alimentaires sont une source précieuse de matière organique. Ils sont souvent mélangés à d'autres déchets organiques afin d'équilibrer le mélange. L'étude de Palaniveloo *et al.* (2020) a mis en évidence les propriétés physicochimiques de plusieurs composts de déchets alimentaires matures. La teneur en matière organique oscille entre 25% et 64% selon l'agent de charge mélangé aux déchets alimentaires (Tableau 2.).

Tableau 2. Propriétés physicochimiques de plusieurs composts matures produits à partir de déchets alimentaires et mélangés à différents agents de charge (Palaniveloo et al., 2020)

	Bulking Agent						
Parameter	**Wheat Straw**	**Wood Shaving**	**Wood Chips**	**Pruning Waste**	**Pruning Waste**	**Saw Dust**	**Bio-Char**
Compost Type	Organic	Organic	Organic	Organic (Home)	Organic (Industry)	Organic	In-vessel
Bulking Agent Ratio	5:1 (*wt/wt*) [1]	1:1 (*v/v*) [1]	1:3-4 (*wt/wt*) [1]	0.8:1 (*v/v*) [1]	2.6:1 (*wt/wt*) [1]	–	–
pH	8	7.9	8.6	7.83	7.88	6.38	8.6
TOM (%)	39	25	58.6	47.96	55.33	–	64.2
TOC (%)	22	14.5	34	–	–	45.56	35.7
TKN (%)	3.72	0.8	2	1.71	2.04	0.49	–
C/N ratio	6	19	17	–	–	92.36	–
Moisture	35	–	31	43.63	31.85	–	54.4
P as P_2O_5 (%)	0.29	–	–	–	–	–	–
K as K_2O (%)	3.09	–	–	–	–	–	–
Mg as MgO (%)	0.52	–	–	–	–	–	–
EC (mS/cm)	24.85	–	–	4.30	4.90	–	–
Ash (%)	52.95	–	–	–	–	17.98	35.7
Cu (ppm)	–	–	–	44	47	–	–
Zn (ppm)	–	–	–	156	150	–	–
Reference	[45]	[46]	[47]	[48]	[48]	[49]	[50]

[1] wt/wt = weight/weight, v/v = volume/volume. [a] TOM = Total Organic Matter, TOC = Total Organic Carbon, TKN = Total Kjeldahl Nitrogen, C/N = Carbon to Nitrogen Ratio, EC = Electrical Conductivity, P = Phosphorus, P_2O_5 = Phosphorus pentoxide, K = Potassium, K_2O = Potassium oxide, Mg = Magnesium, MgO = Magnesium oxide, Cu = Copper, Zn = Zinc.

En soutenant l'activité du biote du sol, la matière organique, est la principale composante qui détermine la santé du sol (De Corato et al., 2024). Elle est composée d'éléments principaux (C, H, O, N) et d'éléments secondaires (S, P, K, Ca, Mg). Sa présence dans le sol dépend de facteurs naturels (la matière première du sol, le climat, la biodiversité du sol…) et anthropiques. Ces derniers sont considérés comme principaux responsables de son déclin (Van Der Wurff et al., 2016).
Pourtant, la matière organique a une importance primordiale dans le sol pour la biodiversité car elle constitue la principale source d'énergie des organismes vivants. En la décomposant, la faune du sol libère des nutriments inorganiques nécessaires à la croissance des plantes. En l'absence de matière organique, l'activité et la diversité des organismes présents dans le sol déclinent (Van Der Wurff et al., 2016), et le nombre de fonctions assurées par les organismes du sol est donc en proie à une diminution.

Dans les régions tempérées la teneur en matière organique souhaitable oscille entre 2 et 3%. En dessous d'une teneur en matière organique de 1,7%, le bureau Européen des sols considère que les sols risquent de se dégrader (Van Der Wurff et al., 2016).

Plusieurs études ont révélé que le compost est une source précieuse de matière organique (Jakubus, 2020; Yu et al., 2012). La décomposition de la matière organique fournie par l'application à long terme de compost avec suffisamment de substances humiques a augmenté la teneur en matière organique.

2.2.2. La structure du sol améliorée

Selon BAIZE, les structures des sols correspondent aux arrangements, à toutes échelles d'espace et tous niveaux d'investigation des constituants solides des couvertures pédologiques entre lesquels subsistent des vides. La structure du sol décrit donc comment les particules minérales et la matière organique sont disposées pour former des agrégats, ainsi que la façon dont les espaces poreux sont disposés à l'intérieur et entre les agrégats.

Un autre bénéfice à l'apport de matière organique est la facilitation de la formation de macroagrégats. Les rejets des vers de terre, qui font suite à la décomposition de la matière organique, tapissent les agrégats du sol et les maintiennent ensemble. Cela contribue à la stabilité de la structure du sol (Van Der Wurff et al., 2016). De plus, les galeries des vers de terres favorisent l'aération du sol et l'infiltration de l'eau.

L'amélioration de la structure du sol par l'apport de compost peut s'expliquer par plusieurs éléments, dont l'augmentation de la quantité d'agrégats, l'augmentation des teneurs en carbone organique et en azote organique, l'augmentation de la porosité, une meilleure stabilité des agrégats du sol, l'amélioration de la conductivité hydraulique des sols, l'amélioration de la rétention d'eau, par la stimulation de l'activité microbienne et de la croissance des racines (Rivier et al., 2022).

2.2.3. Augmentation de la quantité de gros agrégats et de la stabilité des agrégats du sol

Selon Tejada et Gonzalez (2006), les composts ont un meilleur effet sur la qualité du sol par rapport aux autres amendements du sol à base de déchets organiques, car ils améliorent la stabilité structurelle du sol (Rivier et al., 2022).
Dans l'étude de Leroy *et al.* (2008), le type de matière organique le plus stable, incluant des déchets végétaux, a entrainé une amélioration de la stabilité des agrégats.

Il est supposé, selon LEROY, que la matière organique stabilise les agrégats par deux processus :

- en augmentant la cohésion des agrégats grâce à la liaison des particules minérales par des polymères organiques,
- grâce à l'enchevêtrement physique des particules par de fines racines ou des champignons.

Abiven, Menasseri et Chenu (2009) ont réalisé une analyse détaillée de la littérature sur plus de 80 études exposant les effets des apports organiques sur la stabilité des agrégats du sol et ont conclu que l'ajout de matière organique au sol peut augmenter la stabilité des agrégats.

L'augmentation de la quantité de gros agrégats (de 4 %) due à l'application du compost est plus importante dans un sol sableux mais néanmoins significative dans le sol limoneux, atteignant 1,6 % (Figure 8) (Rivier et al., 2022).

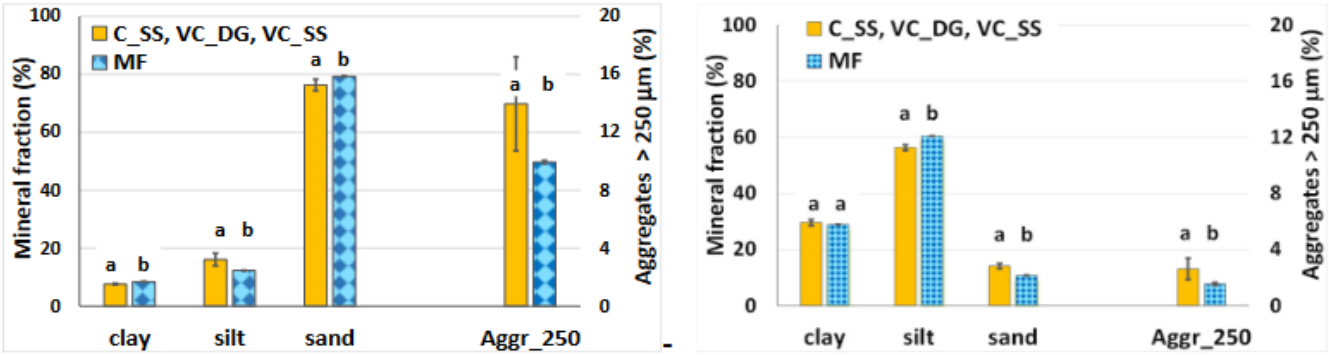

Figure 8. Composition texturale et quantité de gros agrégats dans un sol sableux et un sol limoneux (Rivier et al., 2022)

Composition texturale (clay, silt, sand) et quantité de gros agrégats (« Aggr_250 ») dans un sol sableux (à gauche) et un sol limoneux (à droite). Le compost incluant des déchets alimentaires (VC_DG) est intégré dans le groupe « C_SS, VC_DG, VC_SS ». MF correspond au sol témoin ayant reçu uniquement un engrais minéal

Or, la structure du sol régit le stockage et le transport de l'eau et des nutriments et détermine ainsi les performances des cultures et de la végétation (Rivier et al., 2022).

2.2.4. Augmentation de la porosité

Les porosités des sols sont essentielles pour :

- faciliter l'enracinement des plantes, condition nécessaire pour leur bonne alimentation ;
- améliorer la pénétration de l'eau dans le sol, jusqu'à la roche ;
- éviter les ruissellements superficiels, générateurs de l'érosion et des pollutions ;
- faciliter la diversité de la vie au sein du sol.

Il a été démontré que les applications élevées de compost de déchets municipaux, comportant des déchets alimentaires, entraînent une augmentation de la porosité totale du sol, améliorant la pénétration de l'eau et sa circulation ainsi qu'une rétention accrue de l'eau dans le sol (Tableau 3.) (Weber et al., 2007).

Tableau 3. Modifications de la porosité du sol affectées par l'application de compost (Weber et al., 2007)

Sampling time	Treatments								LSD
	Contr-0 ($m^3 m^{-3}$)	Contr-NPK ($m^3 m^{-3}$)	CK30 ($m^3 m^{-3}$)	CK60 ($m^3 m^{-3}$)	CK120 ($m^3 m^{-3}$)	CZ30 ($m^3 m^{-3}$)	CZ60 ($m^3 m^{-3}$)	CZ120 ($m^3 m^{-3}$)	
1 month	0.396	0.402	0.427	0.431	0.462*[a]	0.429	0.446*	0.480*	0.040
5 months	0.374	0.374	0.375	0.376	0.378	0.376	0.386	0.397*	0.018
Year 2	0.389	0.401	0.383	0.398	0.398	0.404	0.405	0.421	n.s.[b]
Year 3	0.402	0.424	0.447	0.417	0.431	0.434	0.433	0.422	n.s.

[a]Significant differences to control (Contr-0) at the level $P<0.05$.
[b]n.s., Not significant.

Deux types différents de compost commercial ont été utilisés pour l'expérience. Le compost CK composé de déchets municipaux originaires d'une région hautement industrialisée. Le compost CZ utilisait des Déchets Solides Municipaux (DSM) collectés sélectivement et riches en Carbone. Deux parcelles témoins avec fertilisation minérale (contr-NPK) ou sans fertilisation (contr-0) ont servis de comparatif.

2.2.5. Amélioration de la rétention d'eau et réduction de l'évaporation

La rétention d'eau du sol est principalement influencée par les propriétés texturales et la porosité (Palaniveloo et al., 2020; Rivier et al., 2022).

Kranz *et al.* (2020) ont comparé plusieurs études qui évaluaient les changements dans les propriétés physiques et hydrauliques du sol après l'incorporation de compost dans des sols urbains de diverses textures. Ces études ont signalé une augmentation de la rétention d'eau du sol.

Les résultats de l'étude de Rivier *et al.* (2022) sont cohérents avec cela, puisqu'ils ont démontré que les amendements organiques du sol peuvent améliorer la structure du sol et la rétention d'eau du sol et, en retour, peuvent faciliter une amélioration du régime hydrique du sol. L'application d'amendements organiques à deux types de sols différents (sols sableux et limoneux) a amélioré la capacité de rétention d'eau du sol, augmenté la quantité de macro-agrégats et réduit la densité apparente du sol, même à un faible taux d'application et sur une période relativement courte de 30 jours. Cela a eu à son tour un effet favorable sur l'efficacité de l'irrigation et sur la réduction de la demande d'irrigation.
Bien que moins prononcé, l'effet d'amendement organique sur les sols limoneux est tout de même visible.

Par conséquent, l'étude de Rivier et al. a conclu que l'ajout d'amendements compostés entraînait en général une demande d'irrigation plus faible et une biomasse de pousses plus élevée par unité d'eau d'irrigation. Des résultats similaires ont été trouvés dans l'étude de Hashem en 2014, selon Rivier et al, en comparant la demande d'irrigation et l'efficacité de l'utilisation de l'eau des sols traités avec du paillis organique, des résidus agricoles et du compost.

Avec une grande capacité de rétention d'eau le compost peut fournir de l'eau aux plantes au fil du temps (Kranz et al., 2020) (Tableau 4.).

L'application de compost permet donc de maintenir l'eau dans le sol et ainsi d'alimenter la faune et la flore du sol. En retenant ainsi l'eau, cette dernière ruisselle moins, l'érosion est limitée également.

Tableau 4. Effets du compost sur la rétention d'eau et l'eau disponible pour les plantes dans les sols non agricoles. (Kranz et al., 2020)

Compost feedstock[b]	Incorporation depth (cm)[c]	Application rate (s)	Soil type[d]	Effect	Time (years)[e]	Reference
Water retention						
Mixed	15	0.75, 1.5, 3 cm[a]	Clay	Increased	1	Aggelides and Londra (2000)
Mixed	15	0.75, 1.5, 3 cm[a]	Loam	Increased	1	Aggelides and Londra (2000)
Yard waste	5 to 10	5 cm	No data	Increased	3	Logsdon et al., 2017
Yard waste	30	1.52, 6.04 cm[a]	Sandy loam	Increased	2	Schmid et al. (2017)
Plant available water						
Mixed	20	101, 201, 301 Mg ha^{-1}[a]	No data	Increased	3	Black et al. (1999)
Yard waste	50	540 Mg ha^{-1}	Sandy loam (sandstone)	Increase	1	Curtis and Claassen (2009)
Yard waste	50	540 Mg ha^{-1}	Loam (serpentinitic)	No significant change	1	Curtis and Claassen (2009)
Yard waste	50	540 Mg ha^{-1}	Sandy loam (lahar)	No significant change	1	Curtis and Claassen (2009)
Yard waste	50	540 Mg ha^{-1}	Sand (DG)	Increased	1	Curtis and Claassen (2009)
Mixed	122	15.24 cm	Unclassified	Increased	12	Sax et al. (2017)

[a] Unit conversions based on incorporation depth provided.
[b] Yard waste compost is used to refer to compost feedstock materials derived from plant-based materials such as law clippings, leaves, and wood. Sludge is used to refer to compost feedstock materials derived from biosolids or municipal solid waste. Mixed compost is used to refer to compost that uses a combination of yard waste and sludge.
[c] Incorporation can mean a variety of mechanisms to mix compost into the soil such as tilling, rototilling, subsoiling, hand plowing, or mixing on ground before addition to treatment plot.
[d] Soil textural class recorded when provided in original source material. When soil taxonomic name or soil series was given in source material, Web Soil Survey was used to determine the textural class.
[e] Time in years after the initial compost incorporation to the soil. If multiple measurements were taken over time, the longest time from the initial application was used.

2.2.6. Augmentation de la teneur en carbone organique

La matière organique contient des éléments carbone (C) et hydrogène (H). Le carbone est le constituant le plus abondant de la matière organique, représentant environ 45–55 % de sa masse (www.aquaportail.fr). En stockant le carbone, les matières organiques contribuent à abaisser les teneurs en carbone dans l'atmosphère. L'agriculture intensive, notamment avec le labour, en consommant de la matière organique, libère dans l'atmosphère des quantités importantes de carbone : le sol ne joue plus son rôle de puits de carbone. La présence de matières organiques dans les sols est donc doublement bénéfique : pour leur fertilité (morphologique, chimique, biologique) et pour freiner l'enrichissement de l'atmosphère en gaz à effet de serre.

Étant donné que la perte de matière organique dans un sol sain a entraîné l'émission de quantités importantes de dioxyde de carbone (CO2) dans l'atmosphère, contribuant ainsi au changement climatique, l'apport de matière organique serait le meilleur moyen d'atténuer les effets des impacts sur les sols (De Corato et al., 2024).

L'étude de Leroy et al. (2008) a comparé l'effet à court terme de cinq amendements organiques, dont un compost incluant des déchets alimentaires (compost de légumes, fruits et déchets de jardin), avec des engrais inorganiques. L'application de matière organique a un impact significatif sur les paramètres physiques du sol et sur la répartition du carbone organique au sein des fractions de matière organique et leurs agrégats étaient plus stables. L'étude de (Yu et al., 2012) a également révélé que l'apport de compost dans le sol augmentait la concentration en carbone organique (Figure 9).

Dans l'étude de (Leroy et al., 2008), les matières organiques ont vu les quantités les plus importantes de carbone organique et d'azote organique, dans les sols amendés avec le compost incluant des déchets alimentaires. Ces valeurs élevées sont probablement dues au coefficient d'humification élevé de ce type de compost, estimé à 0,85 selon (Neve et al., 2002).

L'application de compost améliore les propriétés du sol, en augmentant la capacité de stockage du carbone dans le sol par sa capacité à le retenir et ainsi réduit les émissions nettes de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère (Chia et al., 2020a; Weber et al., 2007).

L'application de compost dans le sol aide donc ce dernier à réguler les émissions de GES dans l'atmosphère.

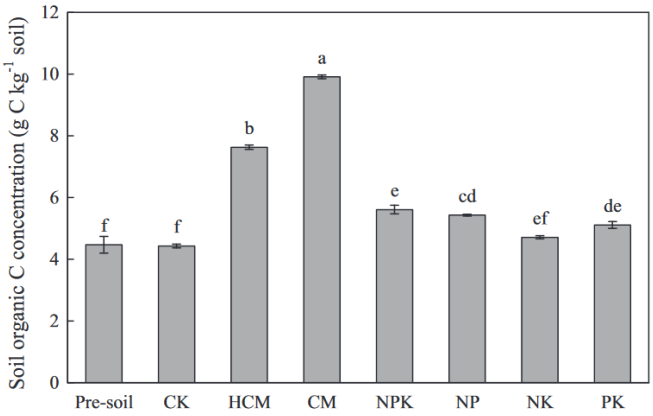

Figure 9. Influence de l'application à long terme de compost et d'engrais minéraux sur la concentration en carbone organique du sol. (Yu et al., 2012)

CK = contrôle, CM = compost; HCM = moitié compost organique moitié engrais N
NPK, NP,PK = engrais NPK ;, engrais NP; NK, engrais NK ; et, engrais PK. Les barres verticales indiquent les erreurs types de moyennes (n = 4). Différentes lettres indiquent des différences significatives entre les traitements à P <0,05.

2.2.7. Matière organique, nutriments et vie du sol

La matière organique en décomposition constitue l'habitat naturel d'organismes vivants tels que les levures, les champignons, les bactéries et les macro invertébrés, dont la plupart sont des insectes (Madhuri and Gayatri, 2010; Morales and Wolff, 2010).
L'étude de Madhuri et Gayatri (2010) a conclu que certains insectes effectuent tout leur cycle de vie dans le compost et contribuent ainsi au processus de compostage tant au stade larvaire qu'adulte. Le compost peut donc être considéré comme une niche pour la diversité des insectes (Figure 10).

En appliquant du compost au sol, la faune présente est nourrie et aide à la santé du sol et à sa fertilité.

La teneur en nutriments du compost dépend des matières premières et varie donc considérablement. Les matières ligneuses sont généralement moins concentrées en éléments nutritifs que les matières pauvres en lignines (Van Der Wurff et al., 2016). A contrario, les déchets alimentaires contiennent d'abondantes matières organiques telles que des glucides, des protéines, des lipides et des acides organiques, ainsi que des nutriments tels que l'azote, le phosphore et le potassium, ce qui en fait une excellente matière première pour un compost de haute qualité (Chew et al., 2018; Chia et al., 2020a; Jakubus, 2020; Van Der Wurff et al., 2016).

L'azote contenu dans les composts est principalement sous forme organique, moins assimilable par les plantes, et est considéré comme l'un des principaux éléments nécessaires aux micro-organismes (Rachid et al., 2023). L'azote minéralisé sous forme d'ammonium et de nitrate est directement disponible pour les plantes, tandis que le dioxyde d'azote est phytotoxique (Ganesh et al., 2022).

La décomposition de la matière organique et le taux de minéralisation de l'azote sont ainsi directement corrélés à la biomasse microbienne de la couche arable (Carter et al., 1999).

Rappelons que le sol contient environ 25% de la biodiversité mondiale : des mammifères aux bactéries (entre 100 000 à un million d'espèces), en passant par les vers de terre (de 200 kg à 4 tonnes par hectare), les acariens, les champignons, les cloportes, ainsi que l'ensemble du réseau formé par les racines des plantes (Institut Paris Région).

La biodiversité des sols est un autre facteur de stabilité de la communauté vivante habitant le sol qui pourrait être une mesure de la variabilité du biote du sol. Cela inclut la diversité « au sein des espèces » et « entre les espèces » d'un écosystème (De Corato et al., 2024).

Les communautés microbiennes constituent la première ligne d'habitants du sol en tant que bioindicateur de la santé du sol. Elles sont concentrées dans la couche arable et jouent un rôle crucial dans la minéralisation des nutriments nécessaires au maintien de la structure du sol, ainsi qu'à la croissance des plantes et à la productivité des cultures (De Corato et al., 2024).

Le compostage favorise également la croissance d'organismes tels que les champignons et les bactéries (Palaniveloo et al., 2020). De par leur présence, les organismes vivants décomposent la matière organique fournie par l'application de compost, ce qui a augmenté la teneur en matière organique, en microagrégats, limon et argile, et a renforcé la force de liaison, protégeant ainsi mieux la structure du sol (Yu et al., 2012).

La vie végétale dépend de la couche superficielle du sol, de quelques dizaines de centimètres d'épaisseur, où s'effectuent les échanges d'azote entre l'atmosphère et les plantes. Cet échange

fondamental dépend d'une longue chaîne biologique constituée d'insectes, de champignons et bactéries (Masullo, 2017).

Les bactéries dénitrifiantes renvoient l'azote à l'atmosphère. Il s'agit de l'un des services écosystémiques les plus importants pour le maintien de la vie végétale et animale sur notre planète, basé sur la délicate biodiversité des sols (Masullo, 2017). Ce cycle a besoin d'une richesse de matières organiques à renouveler continuellement.

Plusieurs études ont étudié les populations microbiennes (Vaz-Moreira *et al.*, 2008 et Palaniveloo *et al.*, 2020), de mésofaune et d'insectes (Kumari, 2017; Madhuri and Gayatri, 2010; Morales and Wolff, 2010).

L'étude de Vaz-Moreira *et al.* (2008) a constaté que les composts domestiques présentaient un nombre plus élevé de bactéries hétérotrophes et de champignons. Ces résultats sont considérés être liés aux conditions plus douces du compostage domestique, avec des températures moins importantes.

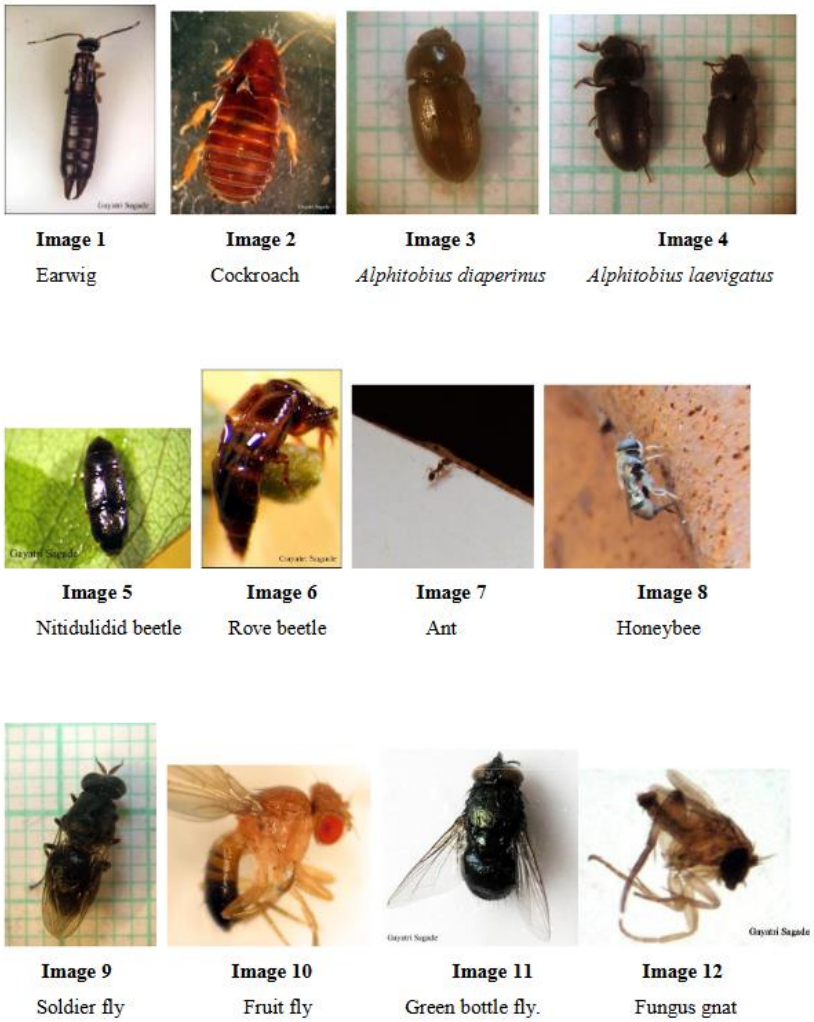

Figure 10. Photos d'insectes présents dans le compost (Madhuri and Gayatri, 2010)

Le compost peut être considéré comme favorable pour la biodiversité, de par son processus et son application dans le sol qui nourrit la faune présente.

2.3. Résilience

Les systèmes organiques évoluent naturellement et constamment, à la suite des changements provoqués par des facteurs externes. La stabilité d'un système est définie par sa capacité à rester très proche de l'état d'équilibre après avoir été perturbé. Le système est considéré comme stable lorsqu'il y a peu de fluctuations. La résilience écologique est définie par la capacité d'un système à conserver ses fonctions malgré les perturbations subies (Van Der Wurff et al., 2016).

Cette notion montre la nécessité de valoriser l'hétérogénéité afin de faire face aux événements futurs. Aussi, le concept de « résilience » est étroitement lié au terme de « biodiversité » (De Corato et al., 2024).

La biodiversité pourrait être définie comme une sorte de tampon contre les fluctuations environnementales.

En plus d'améliorer les conditions physiques et nutritionnelles du sol, le compost peut particulièrement contribuer à accroitre la suppression des maladies. Le caractère suppressif est un état du sol dans lequel une culture reste saine ou ne devient que légèrement malade en présence d'un agent pathogène. Cet effet est principalement biologique, c'est-à-dire qu'il implique l'activité de micro-organismes présents dans le sol et dans les racines des plantes.

Les effets de l'application du compost sont directs par l'apport de matière organique et de nutriments et également indirects en alimentant les organismes présents dans le sol. Le compost introduit des micro-organismes bénéfiques dans le système, et stimule également la communauté microbienne déjà présente dans le sol. En nourrissant les organismes du sol, le compost contribue à la résilience des écosystèmes (Figure 11).

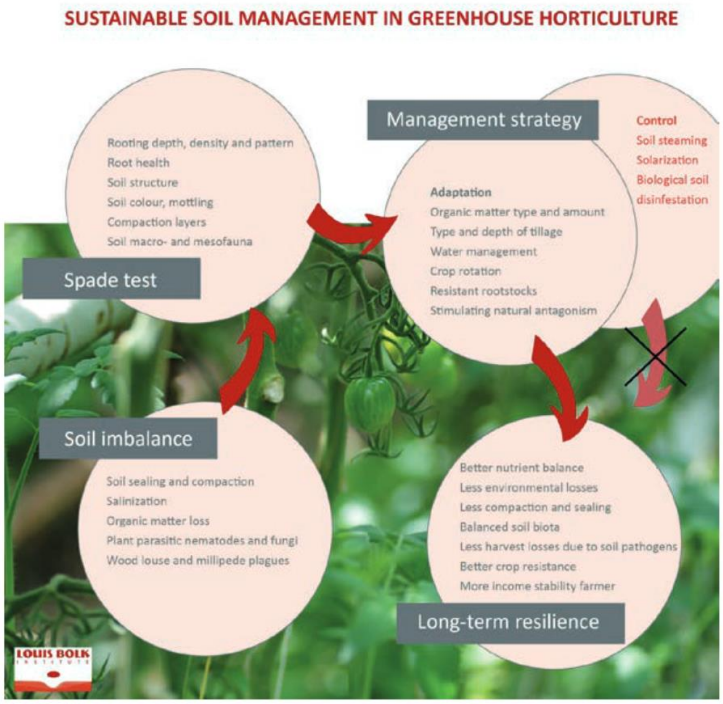

Figure 11. Gestion durable des sols en serre horticole (Louis BOLK instituut, issu de Van Der Wurff et al. 2016). Caractéristiques générales des systèmes basés sur des modèles de gestion des risques, ou de contrôle et de résilience, ou des modèles d'adaptation

2.4. Matière organique, nutriments et fertilité

La fertilité d'un sol, c'est-à-dire sa capacité à produire de la biomasse, est notamment fonction de sa texture, de la matière organique, de l'activité biologique qui le structurent et rendent les nutriments disponibles.

La minéralisation de la matière organique, par les organismes vivants, conduit à la libération progressive d'éléments nutritifs, en particulier de l'azote. Avec le potassium et le phosphore, l'azote aide à soutenir la croissance des cultures et à augmenter leur rendement (Palaniveloo et al., 2020). La libération continue et à long terme de l'azote, dans le sol, améliore la fertilité du sol (Weber et al., 2007).

Le compost fabriqué à partir de biodéchets est utilisé depuis longtemps comme amendement du sol et, dans certains cas, peut être utilisé comme engrais organique si les déchets contiennent suffisamment de nutriments. La production de grandes quantités de compost pourrait remplacer jusqu'à 30 % des engrais minéraux à base de phosphates (Chia et al., 2020a).

La teneur en éléments nutritifs du compost dépend principalement des matières premières utilisées (Chia et al., 2020a). Dans les travaux de Fagnano et al. (2011), l'application de compost fabriqué à partir de déchets ménagers a permis d'évaluer la capacité fertilisante sur la croissance des plantes. Ce compost, incluant des déchets alimentaires, a pu restaurer la fertilité des sols. Des effets positifs sur le rendement des cultures ont également été rapportés sur les sols fertilisés avec du compost fabriqué à partir de la fraction organique, ce qui indique une capacité de fertilisation prometteuse pour un effet à long terme de l'application de compost.

Kelley et al. (2020) ont rapporté que le compost fabriqué à partir de déchets alimentaires a un plus grand potentiel en termes de fertilité du sol (valeur d'azote plus élevée) que le compost de fumier de vache (Figure 12). Le compost de déchets alimentaires, avec une plus grande valeur nutritive pourrait être utilisé comme principale source de nutriments, tandis que le compost de fumier de vache serait le plus approprié comme amendement du sol.

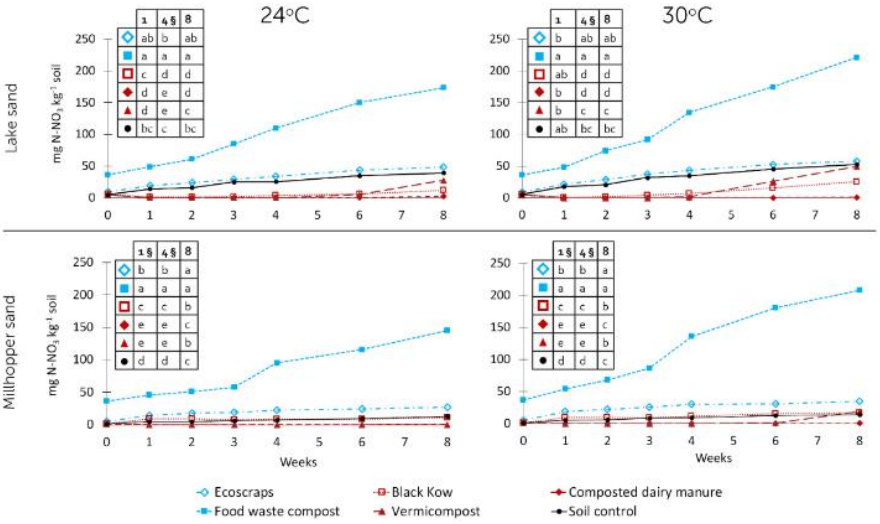

Figure 12. Moyennes de N-NO3, mesurées à plusieurs semaines, dans des sols amendés avec des composts de différentes origines (Kelley, Wilkie and Maltais-Landry, 2020)

2.5. Conclusion partie 2

L'amendement du sol avec de la matière organique, comme le compost, a des effets significatifs positifs sur les propriétés du sol.

En apportant de la matière organique au sol, le compost permet le stockage des éléments nutritifs qui seront libérés par l'activité biologique du sol ainsi que le stockage du carbone et contribue à abaisser les teneurs en carbone dans l'atmosphère.

Le compost composé de déchets alimentaires, en apportant de la matière organique, en améliorant la structure du sol, sa porosité, aide le sol à fournir les services écosystémiques dont nous avons besoin :

- séquestration du carbone ;
- augmentation de l'infiltration et de la rétention d'eau, empêchant le sol de se dessécher en période de sécheresse en retenant plus d'eau ;
- soutien de la vie du sol et contribution à la résilience des sols ;
- amélioration de la fertilité et de la productivité du sol.

Partie 3 : Les critères d'applications

Le compost incluant des déchets alimentaires est bénéfique tant par les quantités de déchets alimentaires extraites du flux traditionnel de déchets à destination de l'incinération ou de l'enfouissement que pour l'amendement et la fertilisation des sols.

La partie qui suit cherche à recenser les critères permettant d'inclure les déchets alimentaires dans le compost et l'application d'un compost de qualité.

La qualité du compost produit dépend des matières premières et également du processus de compostage. L'efficacité du processus est influencée par des facteurs comme la taille des particules, l'apport d'oxygène, la teneur en humidité, le pH, le rapport C/N initial.

3.1. Seuils réglementaires

Tout produit, issu du compostage, mis sur le marché doit être conforme à la norme NFU, afin de garantir leur efficacité et surtout leur innocuité pour l'être humain et pour l'environnement.

La norme NFU 44-051 de 1981 définit la qualité des composts utilisés en agriculture (Tableaux 5. et 6.).

Tableau 5. Seuils agronomiques de base de la norme NFU 44-051

Eléments	N	NO3 + NH4 + N uréique	P2O5	K2O	N + P2O5 + K2O	C/N	MS	MO
Seuils	< 3%	< 33%	< 3%	< 3%	< 7%	> 8	> 30%	> 20%

Tableau 6. Seuils d'éléments traces métalliques de la norme NFU 44-051

Eléments traces métalliques	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	Se	Cu	Zn
Seuils en mg/kg MS	18	3	120	2	60	180	12	300	600

Les composts produits dans des composteurs de proximité (privés, d'immeuble ou de quartier) ne sont soumis à aucune règle, dans le cas où ils ne sont pas commercialisés. Ils peuvent être appliqués sur le domaine privé, avec le rappel de la nécessité de vérifier la qualité du compost et la cohérence avec le sol en place.

3.2. Propriétés physico chimiques du compost

3.2.1 Maturité et stabilité du compost

Un compost immature et instable produit des effets néfastes sur les plantes et sur l'environnement (Jakubus, 2020). Aussi, il est primordial d'atteindre la maturité et la stabilité du compost.

Il convient tout d'abord de préciser que les définitions des termes maturité et stabilité ne semblent pas toujours en adéquation au sein des documents étudiés (Tableaux 7. et 8.), certains auteurs associant les 2 termes sans réellement les distinguer.

Tableau 7. Définitions de la maturité et techniques d'évaluation.

Maturité	
Définitions	Evaluation
La maturité est un terme générique décrivant l'adéquation d'un compost à un usage particulier et est communément associée à la croissance des plantes ou à la phytotoxicité. (Cerda et al., 2018)	La stabilité
	Quantités de nitrification
	Indice de germination
	Taille des particules
La maturité fait référence à la capacité à soutenir la croissance des plantes sans signe de phytotoxicité, de consommation d'oxygène et d'immobilisation de l'azote. (Van Der Wurff et al., 2016)	Test de phytotoxicité
	Degré de polymérisation
	Rapport C/N
	Teneur en matière sèche

Tableau 8. Définitions de la stabilité et techniques d'évaluation.

Stabilité	
Définitions	Evaluation
La stabilité est un terme lié au degré de décomposition de la matière organique biodégradable contenue dans une matrice et est indirectement liée à l'activité biologique d'un échantillon. (Barrena et al., 2006). (Cerda et al., 2018)	Techniques respirométriques (Cerda et al., 2018)
La stabilité fait référence au stade où les températures chutent au niveau ambiant . (Van Der Wurff et al., 2016)	Production de chaleur (Cerda et al., 2018)
La stabilité du compost fait référence à l'absence de pathogènes animaux et végétaux ainsi que de composés phytotoxiques dans les déchets organiques. La stabilité du compost est normalement associée à l'activité microbienne du compost. (Palaniveloo et al., 2020)	Teneur en matière sèche

Il en ressort que la maturité et la stabilité sont des paramètres corrélés et qu'il convient de contrôler plusieurs facteurs pour évaluer la qualité du compost. Il n'existe pas d'indices de maturité et de stabilité acceptés universellement, d'où l'existence d'une grande variété de techniques d'évaluation (Cerda et al., 2018).

La phytotoxicité – Test de germination

Des tests de germination peuvent être effectués pour caractériser le risque de phytotoxicité. Le degré de phytotoxicité dépend également de la plante qui sera cultivée sur le sol amendé avec le compost : certaines espèces sont très sensibles d'autres moins.

Ces tests permettent également de vérifier l'absence de plantes indésirables.

Tests respirométriques

Ces tests mesurent la production de CO2, en considérant qu'un compost instable et immature a une forte demande en O2 et des taux de production élevés de CO2 en raison de l'activité des micro-organismes.

3.2.2. Azote

L'azote des déchets alimentaires est sous forme d'azote organique, qui est moins assimilable par les plantes. Les formes d'azote minéral (Figure 13) importantes dans le compost sont :

- l'ammonium NH4- : première forme d'azote minéralisé suite à la décomposition de la matière organique. L'ammoniac est soluble dans l'eau et si l'humidité est trop faible il se transforme en gaz (ammoniac NH3) qui s'échappe.
- le nitrate NO3- : Lors de la phase de maturité, l'ammoniac NH4- est transformé en NO3-. Un manque d'oxygène produit des nitrites NO2- (phytotoxique) ou de l'oxyde d'azote N2O (gaz à effet de serre). Une gestion correcte du processus doit donc garantir que NO2 ne s'accumule pas dans le compost et ne se transforme en NO3-.

Avant utilisation du compost mature, il arrive que celui-ci soit stocké. Dans le cas où l'apport d'oxygène est insuffisant, le NO3- peut être reconverti en NO2-. Un tel compost peut produire des symptômes de phytotoxicité sur les plantes (Ganesh et al., 2022).

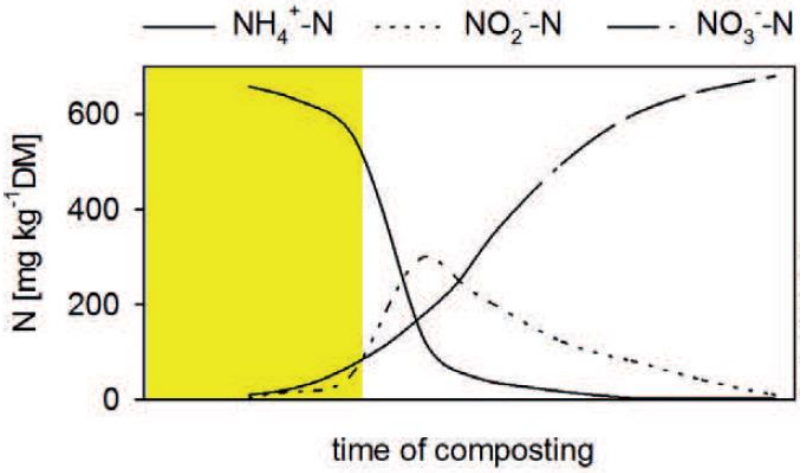

Figure 13. Evolution des formes minéralisées d'azote dans le tas de compost au cours du processus de compostage (Ulrich Galli (Van Der Wurff et al., 2016))

3.2.3. Rapport C/N

Le rapport C/N est discuté et est considéré comme insuffisant en tant qu'indicateur de maturité (Palaniveloo et al., 2020), car le rapport se stabilise avant la stabilisation de la matière organique (Rachid et al., 2023). A mesure de la décomposition des déchets, la teneur en carbone diminue (les micro-organismes impliqués utilisent le carbone comme source d'énergie) et la teneur en azote augmente, faisant apparaitre une variation du rapport au cours du processus et un rapport final inférieur au rapport initial.

La valeur finale à atteindre est donc variable selon les auteurs (Tableau 9.).

Tableau 9. Valeur du rapport C/N d'un compost estimé mature.

Valeur du rapport C/N	Source
Entre 10,05 et 18,46	Rachid *et al.*, (2023)
Inférieur à 25	Roletto et al. (1985),
Inférieur à 20 voire 10	Jiménez et Garcia (1989)
Entre 10 et 15	Namkoong et al. (1999)
Entre 7,8 à 20,5	Azim et coll. (2018)
Entre 15 et 20	Antil et al. (2014)
Inférieur à 20	Asquer et al. (2017)
Inférieur à 12	Bernal et al. (1998)
Entre 10 et 15	Gomez-Brandon et al. (2008)
Entre 25 et 30	Cerda *et al. (*2018)
Environ 15	Van Der Wurff et al. (2016)
Entre 10 et 15	Afraa, et al. (2016)
> 8	Norme NFU 44-051

Le rapport C/N dépend des matières premières utilisées. Les déchets alimentaires ont un rapport C/N modéré, selon Palaniveloo et al., leur permettant d'être appropriés en tant qu'agent de compostage.

Dans l'étude de Torrijos, Calvo Dopico, et Soto (2021), plusieurs composteurs de déchets alimentaires ont été intégrés dans un campus universitaire en Espagne. Le rapport C/N moyen final était considéré comme faible (14,0 ± 2,5) indiquant que le compostage a favorisé la conservation des nutriments et a généré un produit à haute valeur fertilisante.

3.2.4. Teneur en humidité

L'humidité du tas de compost doit être homogène pour obtenir un compost de qualité (Van Der Wurff et al., 2016). Cette teneur varie en fonction de la nature et la taille des particules des matières premières.

L'humidité d'un compost domestique peut facilement être estimée à la main, avec le test au poing (Figure 14).

Figure 14. Test au poing pour évaluer l'humidité du compost pendant le processus de compostage. De gauche à droite : trop humide, optimal et trop sec (Van Der Wurff et al., 2016)

Dans le cas d'un compost trop humide, des odeurs désagréables en provenance du tas peuvent se produire du fait des conditions anaérobies.

Dans le cas d'un compost insuffisamment humide, il est possible de l'humidifier. Les composts réalisés dans le cas de l'étude de Torrijos, Calvo Dopico et Soto (2021) en Espagne, ont été irrigués afin de maintenir une teneur élevée en humidité à la fin du processus. Cela avait pour but de favoriser l'activité des vers de terre. La teneur moyenne en humidité des tas, de 67,3% était supérieure à la réglementation espagnole (40%). Cela n'a pas posé de problème car le compost était transporté sur le site d'utilisation depuis le site de maturation, sans stockage.

3.2.5. Teneur en oxygène

La qualité du compost dépend de la fréquence de retournement du tas car cela assure l'apport d'oxygène (Aoun and Bouaoun, 2008; Cerda et al., 2018; Wang et al., 2021) nécessaire au processus de dégradation. Selon Cerda et al., une faible aération entraine un faible taux de dégradation, une faible perte d'humidité et de chaleur et une diminution de la température affectant la diversité des micro-organismes. Des zones de décomposition en conditions anaérobies peuvent se former.

L'étude de Wang et al. (2021) montre les modifications de la communauté bactérienne suite à différents traitements d'aération (T1, T2, T3 et T4) pour des composts de déchets alimentaires issus de la même origine. (Figure 15)

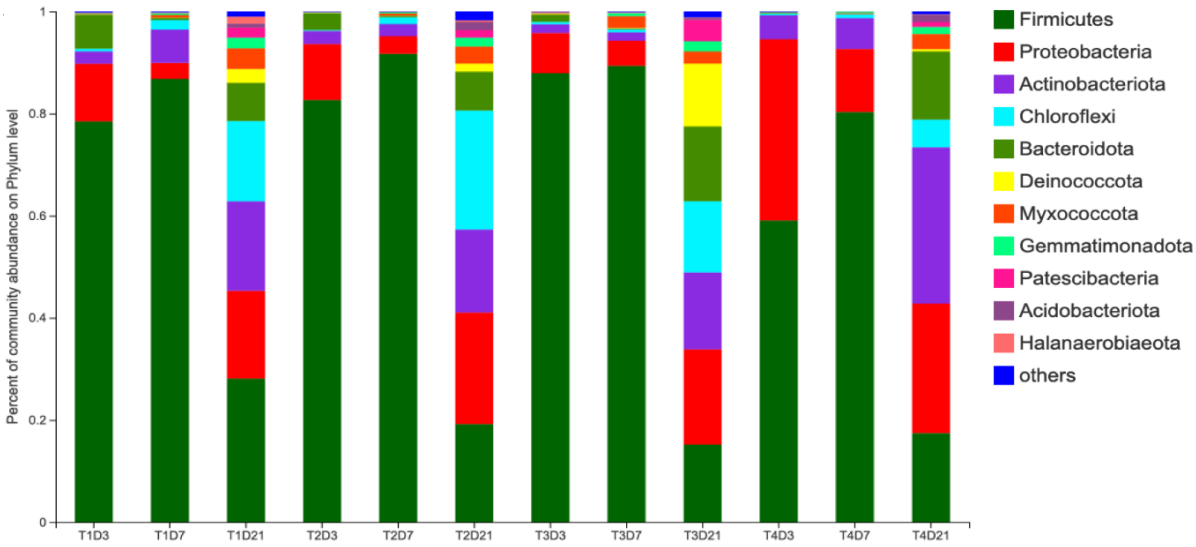

Figure 15. Modifications de la communauté bactérienne suite à différents traitements d'aération (T1, T2, T3 et T4) et à différents jours (D3, D7, D21) pour des composts de déchets alimentaires issus de la même origine. (Wang et al., 2021)

T1 = temps de ventilation de 10 secondes ; T2 = temps de ventilation de 1 minute ; T3 = temps de ventilation de 2 minutes ; T4 = temps de ventilation de 5 minutes

3.2.6. Température

Le contrôle de l'évolution de la température permet de s'assurer que le processus de compostage s'est réalisé correctement, c'est-à-dire si la température a été supérieure à 55°C pendant 3 semaines (ou supérieure à 65°C pendant une semaine) et que le tas a été correctement mélangé. Cela assurera un compost exempt d'impuretés (micro-organismes et agents pathogènes, graines de plantes indésirables).

L'étude de Rashid a mis en évidence que l'évolution de la température était fortement liée au volume du tas et que plus le volume est important, plus la température pendant la phase thermophile est élevée. La température lors du processus présente une large plage de variation en fonction de la phase. La température, débutée à valeur ambiante, augmente rapidement et peut atteindre 65°C (Meena et al., 2021). Le compostage domestique quant à lui reste souvent à des valeurs inférieures (environ 45°C) selon Vaz-Moreira *et al.* (2008).

La température redescend lentement à valeur ambiante lors de la phase de maturité (Figure 16). Tant que le processus de compostage n'est pas fini, le retournement du tas redistribue les matières et l'oxygène et fait remonter la température.

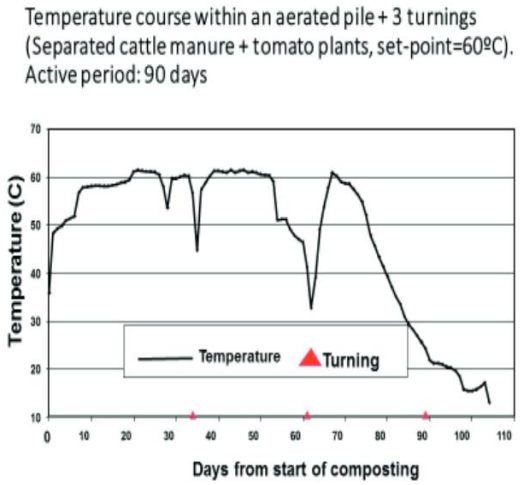

Figure 16. Evolution de la température dans un tas de compost, avec retournement (Michael Raviv, dans Van Der Wurff et al., 2016)

La température élevée permet d'éliminer les micro-organismes inutiles et les agents pathogènes nocifs pour les organismes du sol (Meena et al., 2021).

L'étude de Lalremruati et Devi (2021) a mis en évidence la température des composts de déchets organiques avec une valeur plus importante pour les déchets alimentaires (Figure 17 et 18)

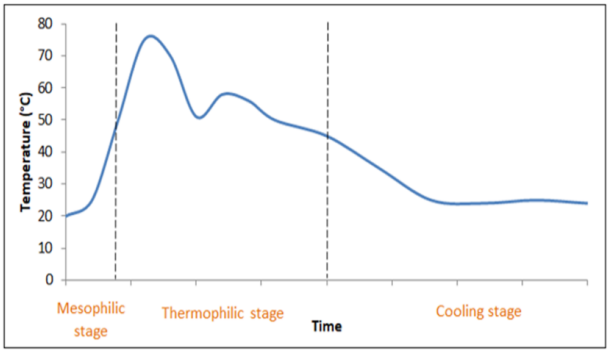

Figure 17. Evolution théorique de la température pendant le compostage. (Palaniveloo et al., 2020)

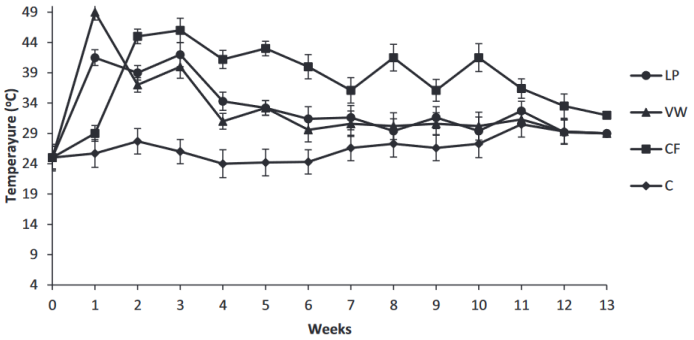

Figure 18. Variation de température dans différents composts et contrôle du sol. (Lalremruati and Devi, 2021) CF = Compost de déchets alimentaires ; C = Contrôle ; VW = déchets végétaux mélangés ; LP = écorces de citron

3.2.7. pH

Le pH est un facteur déterminant pour la survie et l'activité des micro-organismes. La plupart de l'activité bactérienne se produit à un pH de 6,0 à 7,5, tandis que la plupart des champignons voient leur activité se produire à un pH compris entre 5,5 et 8,0 (Meena et al., 2021).

La valeur du pH est fonction des matières premières et varie au cours du processus de compostage (entre 4,5 et 8,5 selon Meena) et finit par augmenter jusqu'à une valeur comprise entre 7 et 9 (Palaniveloo et al., 2020; Rachid et al., 2023). Ce niveau élevé n'est donc pas approprié pour les plantes acidophiles.

Les pH de l'étude de Lalremruati et Devi (2021) sont restés compris entre 6,83 et 7,15 (Figure 19).

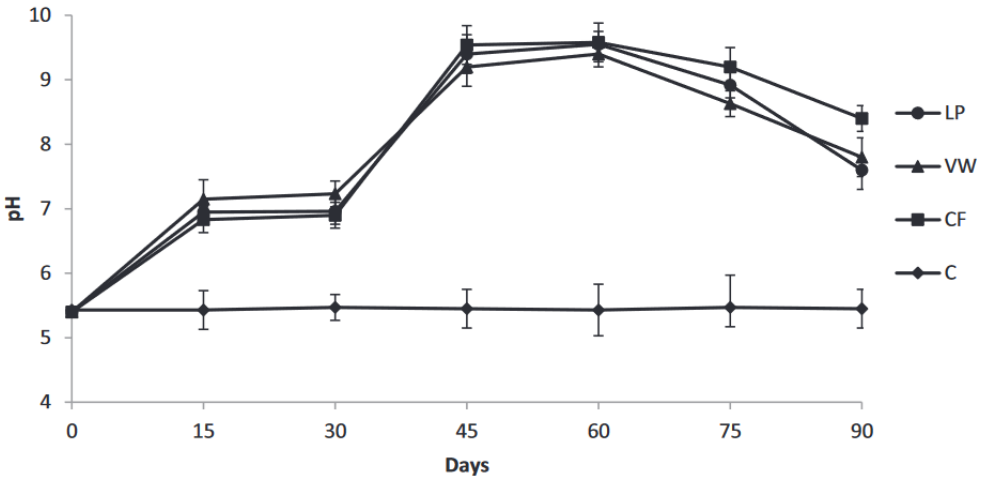

Figure 19. Variation du pH dans les différents types de composts et contrôle du sol (Lalremruati and Devi, 2021) CF = Compost de déchets alimentaires ; C = Contrôle ; VW = déchets végétaux mélangés ; LP = écorces de citron

3.3. Organismes vivants

Le compost abrite une diversité de microbes (champignons, bactéries, actinomycètes et algues), de microfaune (protozoaires) et de mésofaune (principalement annélides, arthropodes et nématodes) (Kumari, 2017). Pour permettre la décomposition, au cœur du processus de compostage, divers organismes jouent un rôle essentiel dans la fabrication et le fonctionnement du processus de compostage.

Les plus gros organismes, la mésofaune, sont les décomposeurs physiques importants pour la décomposition mécanique initiale des matières organiques en particules plus petites. Ces organismes creusent des tunnels, font monter et descendre le tas de compost, le tournent tout le temps, contribuant ainsi à l'aération nécessaire au processus. La décomposition produite augmente la surface d'action, pour les microbes et la microfaune qui sont les décomposeurs chimiques responsables de la matière organique dans des conditions humides, auto-échauffantes et aérobies. Ce processus naturel est caractérisé par des successions de communautés microbiennes qui jouent un rôle majeur dans la conversion de la matière organique en matière stable, grâce à des processus produisant de l'humus riche en substances inorganiques telles que l'azote et le phosphore (Palaniveloo et al., 2020).

La diversité, l'évolution et le développement des populations microbiennes lors du compostage dépendent de paramètres physico chimiques tels que l'oxygène, la température, la teneur en humidité, le pH, le rapport C/N et la disponibilité des nutriments. Ainsi, la population de micro-organismes dépend des matières premières utilisées. Par exemple, dans les pays scandinaves, les déchets alimentaires traités ont un pH faible en corrélation avec une concentration élevée de bactéries lactiques (Palaniveloo et al., 2020).

L'activité des micro-organismes est également liée à la taille des particules, c'est-à-dire à l'accès facile aux nutriments. Une petite taille de particules de compostage augmente la surface spécifique facilitant l'accès au substrat. La taille idéale des matières premières pour le compostage est de 5 à 20 cm, selon Meena *et al.* (2021).

Les microbes et la mésofaune peuvent être utilisés comme indicateurs de l'état et de la qualité du compost. L'identification de la communauté microbienne est longue et difficile, aussi la mésofaune présente l'avantage d'être plus facile car plus stable dans le temps (génération de quelques jours à plusieurs années) et moins fluctuante en fonction des nutriments. Certains taxons mésofaunaux, tels que les collemboles, les acariens, les vers de terre et les nématodes, ont prouvé leur potentiel comme bioindicateurs selon Kumari (2017) (Tableau 10.).

Tableau 10. Aperçu des groupes de mésofaune utilisés comme bio-indicateurs et leurs qualités (Kumari, 2017)

Occurrence	Mites	Collembola	Earthworms	Nematodes
- Ubiquitous				X
- Large population size			X	X
- Present on more than 1 level in food web	X	X		X
Function and Services in Ecosystem				
- Important role in N-mineralization			X	X
- Potential to regulate even suppress magnitude of resources	X		X	X
- Variable sensitivity to stress factors, from extremely sensitive to extremely tolerant				X
Practical Applicability				
- Easily extracted and cultured				X
- Easy observation	X		X	X
- Identification up to species level not needed	X	X		X
- Inexpensive techniques and methodologies				X

L'étude de Vaz-Moreira *et al.* (2008) a rapporté que les composts faits maison présentent davantage de bactéries hétérotrophes, d'actinomycètes et de champignons, comparés aux composts commerciaux. Ces résultats peuvent s'expliquer par des conditions plus douces du compostage domestique où les températures ne dépassent pas 45 à 50 ° C

3.4. Matières premières

3.4.1. Mélange de matières premières

Le choix des matières premières influence le processus de compostage, la qualité et les caractéristiques du compost qui en résulte. Le mélange de plusieurs matières premières permet d'équilibrer les teneurs en humidité, en carbone, en nutriments. Le mélange de départ doit avoir un rapport C/N compris entre 25 et 35 (Van Der Wurff et al., 2016).

Les déchets alimentaires, riches en azote, nécessitent un traitement rapide pour éviter la baisse de qualité due aux émissions gazeuses et aux odeurs.

Dans le cadre du compostage de déchets alimentaires, un apport complémentaire de déchets riches en fibres est favorable. Une règle empirique existe pour un mélange de démarrage (Van Der Wurff et al., 2016) :

- 1/3 de bois brut (bois déchiqueté, broyé…)
- 1/3 de matières fibreuses (paille, feuille...)
- 1/3 de matières fines (déchets alimentaires, tontes de gazon, déchets végétaux, fumiers)

L'ADEME préconise une règle de 50% de déchets humides et 50% de déchets secs pour un compostage domestique ou de proximité.

Selon les matières premières et le processus de compostage utilisé, le cycle peut nécessiter plusieurs semaines à plusieurs mois. Le retournement quotidien peut réduire fortement le temps du processus. L'ajout d'agent d'inoculum ou de compost mature au démarrage du processus peut réduire la durée du cycle et améliorer le compost produit (Chia et al., 2020a). Le tableau 11. ci-dessous rapporte les valeurs de rapport C/N pour des matières premières.

Tableau 11. Le rapport C/N des différentes matières organiques est important pour concevoir un bon mélange de départ (Van Der Wurff et al., 2016)

Organic material	C/N	Organic material	C/N
Urine	0.8	Kitchen organic waste	15-25
Feathers	4-5	Ideal C:N of starting mixture	30-35
Pig bristles	5	Rumen*	25-30
Chicken manure	8-10	Garden waste	20-35
Food waste	14-17	Coffee grounds	20-30
Grass clippings	9-25	Fruit waste	25-40
Hay	15-25	Nut shells	35
Mature compost	12-15	Tree leaves	40-70
Young compost	15-18	Straw	50-100
Cow manure	15-20	Wood (sawdust)	200-500

*the rumen content of slaughtered cattle

3.4.2. Verre et teneur en sel

Le verre

Selon le système de collecte, les déchets alimentaires peuvent contenir une forte proportion de matériaux inertes comme le verre ou le plastique.

Les fragments de verre présents seront broyés en morceaux au cours du processus de compostage et les impuretés resteront dans le mélange et dans le compost.

La collecte à la source des biodéchets, dont les déchets alimentaires, permet de limiter fortement cette pollution.

La teneur en sel

La teneur en sel peut être un facteur limitant de l'utilisation d'un compost, selon le type de culture. Un taux de sel trop important peut être nocif pour les plantes, entrainant un retard de croissance par l'effet de stress des plantations (Aoun and Bouaoun, 2008), et pour le sol, en affectant la structure (Cerda et al., 2018).

Les déchets alimentaires peuvent contenir des concentrations élevées de sel qui se retrouvent dans leurs composts (Cerda et al., 2018), les rendant phytotoxiques.

3.4.3. Teneur en microplastiques (MP)

De nombreuses études évoquent la présence de plastiques dans le sol (Braun et al., 2021; De Corato et al., 2024; Le et al., 2023; Nguyen et al., 2023; Wang et al., 2021) comme étant l'une des plus grandes préoccupations environnementales actuelles.

Les microplastiques (MP) sont des matériaux bio composites dangereux, omniprésents dans tous les écosystèmes. Leur forte persistance dans la chaine alimentaire, dans l'eau et le sol en font une menace mondiale croissante. Le sol est devenu un réservoir de MP selon Horton et al. (2017) qui ont calculé que les environnements continentaux en Europe recevaient chaque année entre 473 000 et 910 000 tonnes de déchets plastiques. Cette quantité est entre 4 à 23 fois la valeur estimée rejetée dans les océans.

En parallèle, la production mondiale de plastique ne cesse d'augmenter et devrait atteindre plus de 500 millions de tonnes en 2050, selon Plastics Europe.

Le compost, issu de biodéchets, est considéré comme étant une source majeure de l'intégration des plastiques dans l'environnement. Les MP se retrouvent dans le compost à la suite d'une gestion inappropriée des déchets. L'étude de (Le et al., 2023) a rapporté l'origine des composts comportant des plastiques (tableau 12.). La plupart des particules de MP détectées proviennent de matériaux couramment utilisés dans la transformation des aliments, tels que les contenants (de fruits, de yaourts…). Les MP peuvent se présenter sous formes de fragments, de fibres, de films et dans différentes tailles et polymères.

Tableau 12. Extrait des informations de caractérisation et d'abondance des microplastiques présents dans le compost (Le et al., 2023)

Location	Substrates/sources	Abundance	Polymers	Size	Shape
China	Rural domestic waste	2533 ± 457 item kg^{-1}	PES, PP, and PE	50 to 5000 μm	Spheres, films, fragments, fibers, and foams
Bangladesh	Sediment from waste	22.29 to 59.5 items kg^{-1}	PS, PE, PET, cellulose, and nylon	125 to >5000 μm	Fragments, fibers, foams, pellets, granules, lines, films, and flakes
Netherlands	Garden waste	2800 ± 616 items kg^{-1}	PE and PP	30 to 2000 μm	Fragments
Germany	In soil with compost application	0 to 64 items kg^{-1}	PP, PET, PS, Nylon, HDPE, and PVC	65 to 5000 μm	Fragments, fibers, and particles
France	Soil amended with solid waste	1 to 15.3 g kg^{-1}	MPs	20 to 5000 μm	Fragments and fibers
Lithuania	Green waste Food waste	5733 to 6433 items kg^{-1} 3783 to 4066 items kg^{-1}	PP, PE, NBR, PES, and PET	1000 to 5000 μm	Films, fragments, fibers, and spheres
Czech Republic	Municipal green waste	431 mg kg^{-1}	PET, PS, PP, PE, and PC	N/A	Fibers
Netherlands	Greenhouse waste	1253 ± 561 items kg^{-1}	PE and PP	30 to 1000 μm	Fragments
China	Sewage sludge	7.4×10^4 items kg^{-1}	PP, PE, PES, PS, and PET	<300 to 5000 μm	Fibers, shafts, flakes, films, and foams
Finland	Bio-waste + Sewage sludge	6.6 ± 1.5 items g^{-1}	PP, PE, ABS, and PET	<5000 μm	Fibers
Spain	Municipal solid waste	10 to 30 items g^{-1}	PE, PS, PES, PP, PA, PUR, ALK, ABS, PSU, PC, PVA, PAN, EVA, PVC, and AP	<500 to 5000 μm	Fibers, fragments, and films
Germany	Compost from biogas plants	39 to 102 items kg^{-1}	PVC, PES, PP, and PE	1000 to 5000 μm	Films, fragments, and fibers
China	Sludge waste	11.55×10^4 items kg^{-1}	PA, PP, PET, PSF, PU, PLA, PS, and PE	30 to 200 μm	N/A
Germany	Green waste	28 ± 14 items kg^{-1}	PA, PC, LDPE, HDPE, PET, PP, PS, and PVC	<1000 to 5000 μm	Fragments and fibers
Morocco	Sewage sludge + Green waste	$19.0 \pm 4.7 \times 10^3$–$29.5 \pm 11.2 \times 10^3$ items kg^{-1}	PE, PP, aPA, and PES	500 to 1000 μm	Fibers, fragments, and films

Les processus de compostage tel que le tri ou le tamisage peuvent augmenter le nombre de petites particules de MP. Certains types de plastiques peuvent persister dans le compost après le processus de décomposition et peuvent pénétrer dans le sol après application.

L'étude de Le et al. (2023) a répertorié les impacts potentiels des microplastiques sur les agrosystèmes.

La présence prolongée de MP dans les sols induit une importante pollution depuis plusieurs années.

En plus d'influencer négativement la reproduction, la croissance, la durée de vie de la faune et de la flore, les MP apportent des nuisances aux propriétés chimiques et physiques du sol (conductivité, taille des pores, capacité de rétention d 'eau, diversité de la population microbienne…).

Les MP peuvent enrichir en polluants tels que les métaux lourds ou les micros polluants organiques (Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), pesticides organochlorés…).

Enfin, ils peuvent intégrer la chaine alimentaire, via les cultures et s'accumuler dans les organes humains (Figure 20).

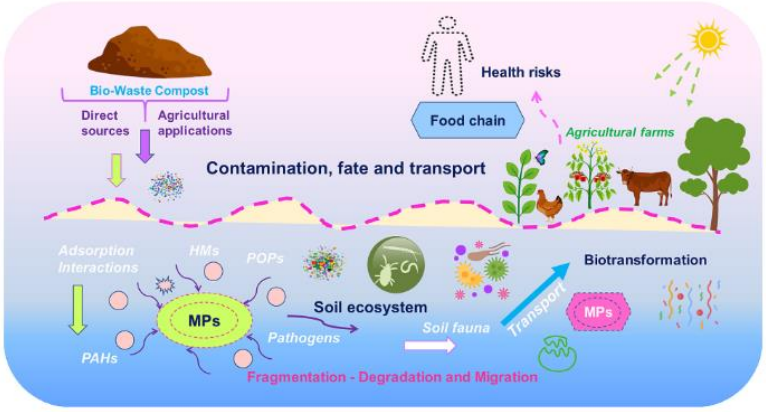

Figure 20. Pollution, devenir et transport des microplastiques dans les agrosystèmes (Le et al., 2023)

Pour remédier à cette pollution mondiale et croissante, une gestion adéquate de tri à la source des déchets alimentaires est nécessaire afin de limiter au maximum l'intégration de MP dans le compost, source principale dans le sol.

L'atteinte de températures élevées dans le processus de compostage fait partie des stratégies d'assainissement des composts.

Enfin, l'inoculation des composts par des décomposeurs microbiens spécifiques aux MP est une solution efficace, rentable et respectueuse de l'environnement. En effet, les micro-organismes jouent un rôle essentiel dans la dégradation du plastique en participant aux processus de dépolymérisation, d'assimilation et de minéralisation. Les enzymes produites par les microbes aident à l'assimilation et à la minéralisation des particules.

3.4.4. Teneur en métaux

Weber et al. (2007) et Chia et al. (2020) rapportent dans leurs études que plusieurs recherches affirment que l'ajout de compost de déchets municipaux dans les sols a provoqué une augmentation des concentrations en métaux lourds (Tableau 13.).

Le compostage des déchets alimentaires ne doit être réalisé qu'avec des déchets triés à la source pour limiter leur présence. Outre le tri à la source, qui est plus efficace qu'une séparation mécanique, Cerda *et al.* (2018) rapporte qu'une solution à ce problème est de broyer le compost à une granulométrie supérieure à 0,8 mm car à cette taille, les particules de matière sont presque exemptes de Pb, de Cu, de Cd et de Ni.

Le compostage réduit généralement la solubilité des métaux mais ne l'élimine pas totalement (Chia et al., 2020b; Weber et al., 2007).

L'incorporation de métaux lourds dans le sol peut avoir des effets à court et à long termes sur les populations bactériennes. Ces impuretés peuvent également s'infiltrer à travers le sol et provoquer des pollutions (Cerda et al., 2018) ou être transférés à l'être humain par l'intermédiaire de la chaine alimentaire.

Tableau 13. Concentrations en métaux lourds de différents composts (Chia et al., 2020a)

Compost	Heavy metals (mg/kg)									
	Al	Co	Pb	Ni	Cr	Mn	Cu	Zn	Fe	As
Grass and coniferous residues	160.5 ± 0.4	0.140 ± 0.003	5.010 ± 0.006	0.920 ± 0.003	1.473 ± 0.001	14.59 ± 0.02	0.829 ± 0.006	10.38 ± 0.067	507.8 ± 4.53	0.711 ± 0.009
Grass and hardwood residues	162.2 ± 0.04	0.201 ± 0.003	1.415 ± 0.005	0.690 ± 0.003	2.048 ± 0.001	11.74 ± 0.02	2.444 ± 0.005	6.989 ± 0.056	539.5 ± 4.65	0.179 ± 0.011
Green waste	–	–	15.1 ± 5.01	6.61 ± 3.324	13.8 ± 6.24	–	23.6 ± 11.54	166 ± 61.3	–	–
Household biowaste	–	6.5	21.3	15.2	20.7	–	39.7	148.8	–	13.6
Mixed municipal waste	–	–	117 ± 39.8	41.6 ± 11.98	74.5 ± 2.75	–	338 ± 153.3	1188 ± 314.9	–	–
Municipal sewage sludge and straw	–	–	24.9	17.7	15.3	210.6	65.5	295	8050	–
Municipal solid waste	–	–	9.8	11	29	27.4	700	510	3.592	–
Municipal waste	67.76 ± 0.04	0.050 ± 0.002	0.620 ± 0.007	0.248 ± 0.002	1.116 ± 0.001	4.947 ± 0.002	0.694 ± 0.006	9.458 ± 0.063	357.7 ± 4.18	0.026 ± 0.005
Organic fraction of municipal solid waste	–	–	25.7 ± 3.9	56.6 ± 8.5	146 ± 21	–	100 ± 15	129 ± 19	–	3.2
Sewage sludge	–	–	20.3	36.6	33.20	300.5	249.0	1360.0	11260	–
Sewage waste	–	–	26.2 ± 15.96	20.1 ± 11.05	23.8 ± 14.86	–	129 ± 72.2	678 ± 429.5	–	–
Unsorted household waste	–	–	178.0	35.2	53.7	273.6	297.0	831.0	16200	–
Urban green waste	–	–	29.1	15.5	19.8	326.8	34.1	133.0	5197	–

3.5. Conclusion de la partie 3

Le développement du processus de compostage rencontre plusieurs défis.

Tout d'abord, il est important de comprendre que la qualité du compost constitue une condition primordiale pour sa valorisation agronomique et qu'elle dépend principalement des matières premières utilisées.

L'une des principales préoccupations de l'intégration de déchets alimentaires dans les composts est la concentration en métaux et plastiques. L'apport de compost dans le sol doit être surveillé de façon à éviter l'accumulation de ces éléments polluants dans le sol provoquant une altération de sa santé.

Pour éviter ces contaminations, il est crucial que les déchets alimentaires soient triés à la source pour réduire au maximum la présence d'impuretés.

Ensuite, le compost obtenu nécessite un suivi des paramètres physico-chimiques, biologiques et une évaluation des critères de maturité et de stabilité.

Les composts réalisés industriellement sont soumis aux normes pour être commercialisés et appliqués sur les terres agricoles. Dans le cas des composts domestiques ou de proximité l'évaluation de la qualité n'est pas une obligation.

Pour obtenir un compost incluant des déchets alimentaires de qualité, il est nécessaire de :

- apporter des matières premières triées à la source afin de limiter les teneurs en plastiques et en métaux, et présentant un rapport C/N équilibré. Les déchets alimentaires nécessitent donc d'être mélangés avec un agent de charge (paille, herbe, branches, feuilles…) ;
- assurer un retournement suffisant pour homogénéiser le tas et pour apporter suffisamment d'oxygène, nécessaire à la décomposition de la matière organique par les organismes vivants ;
- maintenir un niveau d'humidité suffisant, nécessaire à l'activité biologique ;
- atteindre les températures nécessaires à la suppression des agents pathogènes ;
- s'assurer de la maturité et la stabilité du compost par différentes mesures et tests ;
- évaluer la composition du compost pour une utilisation adéquate (certaines espèces végétales étant plus sensibles).

Partie 4 : Prospective territoriale en Ile-de-France

4.1. L'Ile-de-France, un territoire dynamique

L'Ile-de-France est la première région économique française et l'une des premières au niveau européen. Composée de 8 départements, 1 295 communes et arrondissements, elle comprend une population d'environ 12,2 millions d'habitants (19 % de la population française métropolitaine) très consommatrice de ressources.

Son territoire, situé au cœur du Bassin parisien, se caractérise par une grande diversité de sols comptant parmi les plus fertiles de France.

Les sols agricoles franciliens occupent la moitié du territoire régional et sont caractérisés par une forte réserve utile en eau et des propriétés physico-chimiques favorables, qui leur confèrent une grande fertilité et d'un potentiel de biodiversité important (Figure 21).

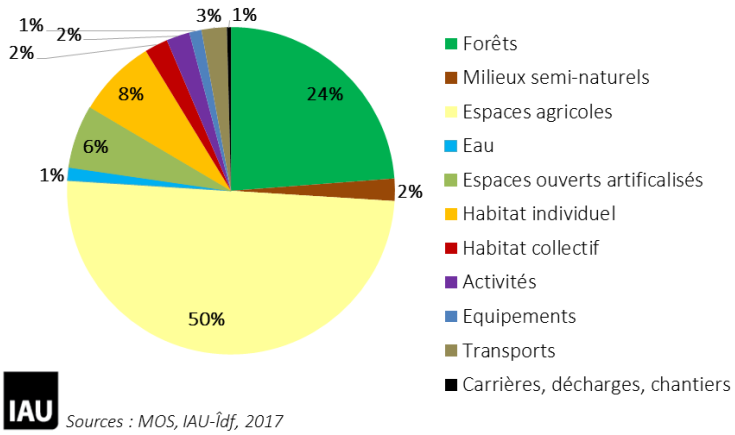

Figure 21. Part en % de la superficie de l'Ile-de-France selon le mode d'occupation du sol (MOS) en 2012 (MOS, IAU-Idf, 2017 – PRPGD, 2019)

Ces espaces sont la première cible du fort développement urbain de cette région et les premiers affectés par l'artificialisation des sols qui les rend plus vulnérables aux pollutions (Figure 22).

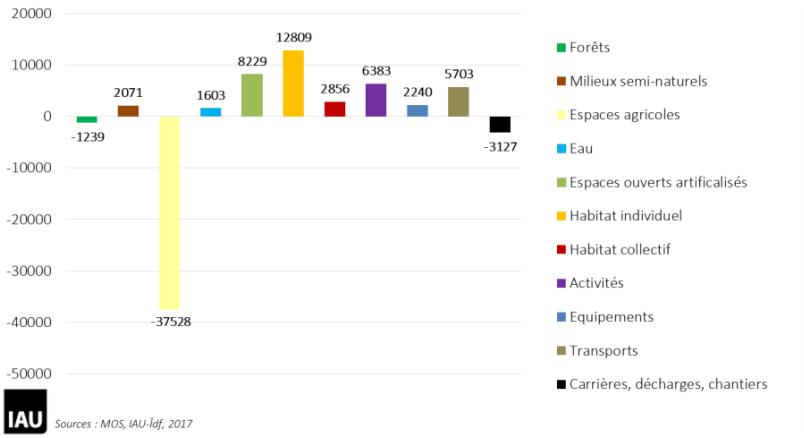

Figure 22. Evolution de l'occupation du sol selon le mode d'occupation du sol (MOS) en Ile-de-France, entre 1990 et 2012 (en ha) (MOS, IAU-Idf, 2017 – PRPGD, 2019)

L'enfouissement des déchets et leur stockage sont les principales sources potentielles de pollution des sols.
Pour cette région sous contrainte, la question de la prévention et de la gestion des déchets constitue un défi important à relever afin d'éviter les impacts environnementaux et les risques de pollution des sols liés à ces pratiques.

4.2. Les déchets alimentaires en Ile-de-France

4.2.1. Les déchets alimentaires : des déchets dispersés dans plusieurs catégories

Les déchets alimentaires produits en Ile-de-France se retrouvent dans les biodéchets contenus dans plusieurs catégories de producteurs (Figure 23) :

- Les Déchets Ménagers et Assimilés (DMA) collectés par le service public d'élimination des déchets
- Les Déchets d'Activité Economiques (DAE), non produits par les ménages et non collectés par le service public d'élimination des déchets

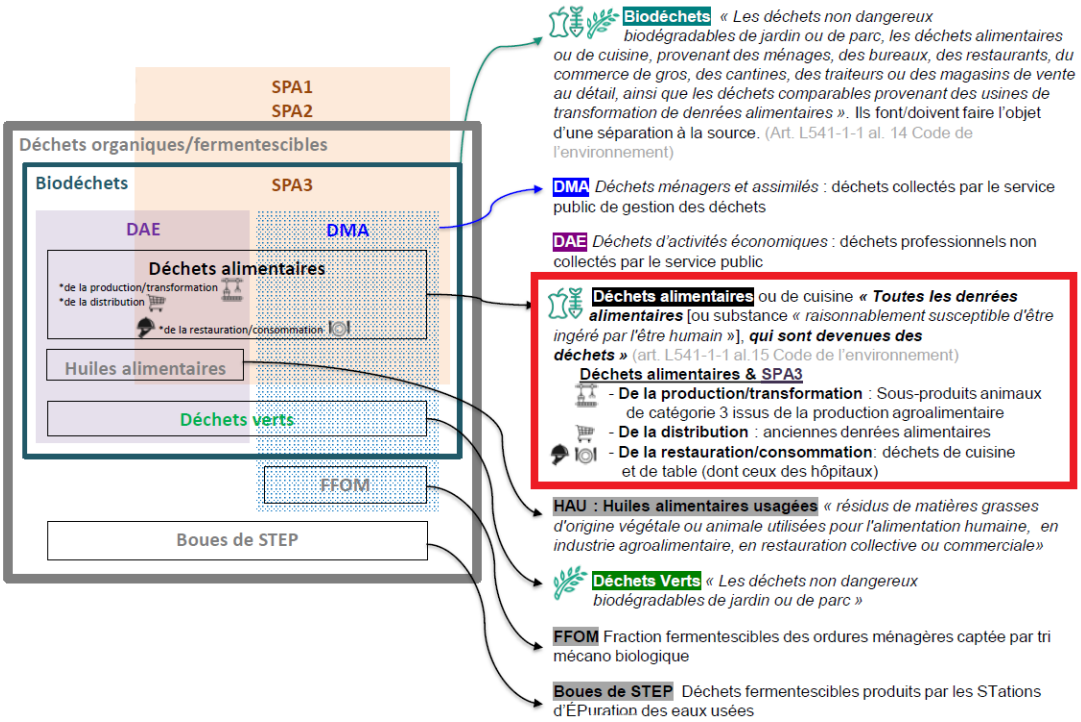

Figure 23. Les déchets alimentaires dans les catégories de déchets (Barrault et Lemaire, ORDIF, 2022)

Les déchets alimentaires ont également plusieurs dénominations et sont présents dans plusieurs catégories organisées selon les propriétés des déchets :

- les biodéchets,
- les déchets putrescibles,
- les déchets fermentescibles,
- les déchets de tables ou déchets de cuisine et de tables,
- les restes de repas.

Les déchets alimentaires sont parfois évoqués en pourcentage de déchets Ménagers et Assimilés (DMA) ou de Déchets d'Activité Economiques (DAE) mais également en proportion des Ordures Ménagères Résiduelles (OMR).

Aussi, selon les sources, les déchets alimentaires sont nommés différemment ou ne sont évoqués que d'après une seule source de production. Cela rend leur isolation et leur quantification particulièrement difficiles.

4.2.2. Les quantités de déchets alimentaires en Ile-de-France

D'après l'Observatoire Région des Déchets d'Ile-de-France (ORDIF), les biodéchets sont estimés à 82kg/hab/an en Ile-de-France et les déchets alimentaires à 66kg dont 24kg sont attribués au gaspillage alimentaire (36%).

En partant de l'hypothèse que les « restes de repas » mentionnés dans ce calcul (Figure 24) correspondent entièrement aux déchets alimentaires, les déchets alimentaires à capter du flux de déchets détruits (enfouis ou incinérés) correspondraient à 42kg/hab/an après que la sensibilisation au gaspillage alimentaire ait porté ses fruits.

Rapportée à 12,2 millions d'habitants, la quantité totale de déchets alimentaires, issue des ménages, à extraire des OMR et à valoriser serait donc de l'ordre de 512 400 tonnes annuelles en Ile-de-France.

A cette quantité s'ajoute la production des gros producteurs (industries, restaurations, établissements scolaires…) estimée par le PRPGD à 235 000 tonnes.

La notice « Les déchets alimentaires en Ile-de-France » de l'ORDIF 2022, quant à elle, estime à partir de caractérisations de déchets résiduels une production totale de déchets alimentaires à 1 million de tonnes.

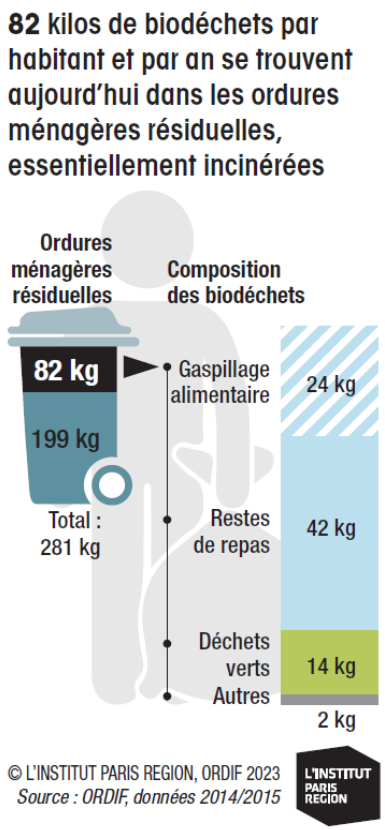

Figure 24. Composition des biodéchets contenus dans les OMR en IDF (ORDIF, 2023)

4.2.3. Le cas des SPA3

Le règlement sanitaire européen du 21 octobre 2009 définis les Sous-Produits Animaux (SPA) comme étant «les cadavres entiers ou parties d'animaux, les produits d'origine animale ou d'autres produits obtenus à partir d'animaux, qui ne sont pas destinés à la consommation humaine...» ainsi que les produits dérivés à base d'œuf, lait, viande....

Les déchets alimentaires, pouvant contenir des restes de repas avec des produits laitiers, de la viande, du poisson…, sont donc considérés comme des sous-produits animaux de catégorie 3 (SPA3).

Les déchets classés en catégorie SPA3 ne représentent pas de risques sanitaires pour la santé humaine.

Cependant, leur collecte et leur traitement exigent des spécifications techniques particulières, tout comme les SPA 1 et 2.

SPA 1	cadavres d'animaux, déchets de cuisine et de table provenant des transports internationaux (déchets de cuisine et de table produits dans les transports)
SPA 2	lisier et cadavres d'élevage, déchets de cuisine et de table en décomposition
SPA 3	déchets de cuisine et de table, anciennes denrées, lait, œuf... sans risques sanitaires élevés

Figure 25. Catégories de Sous-Produits Animaux (SPA) (Syctom, 2017)

4.3. La gestion des déchets en Ile-de-France

4.3.1. Le Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD) d'Ile-de-France

Le Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD) d'Ile-de-France a été adopté par le Conseil régional en 2019 et comprend 9 grandes orientations, parmi lesquelles « Relever le défi du tri et du recyclage matière et organique ».

Le PRPGD prévoit de réduire les quantités de biodéchets des DMA et des DAE principalement en réduisant le gaspillage alimentaire (objectif de moins 50% de gaspillage entre 2013 et 2025) et en renforçant le compostage de proximité.

Le PRPGD prévoit la construction d'une filière de valorisation des biodéchets qui combinera des dispositifs de valorisation en circuits courts et d'autres à plus grande échelle, et qui se construira autour des acteurs territoriaux (Figure 26).

La région considère qu'il est aussi nécessaire de favoriser le retour au sol de la matière issue des filières de traitement (compostage et méthanisation) afin d'assurer la durabilité et la viabilité de l'agriculture actuellement très dépendante des entrants chimiques.

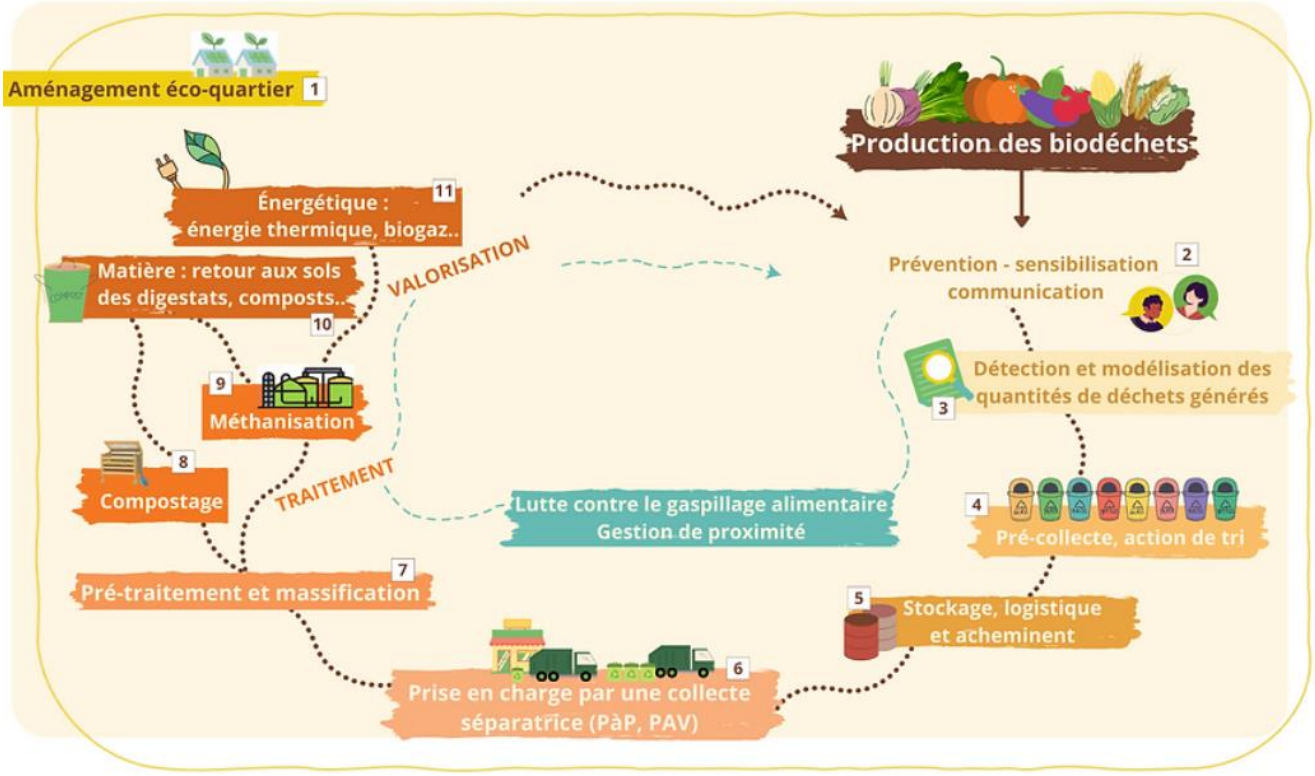

Figure 26. Schéma de la Filière Biodéchets (https://www.clusterems.org)

4.3.2. Les déchets alimentaires en Ile-de-France : principalement pour la méthanisation

Le mode de traitement des biodéchets, en Ile-de-France aujourd'hui, est majoritairement par méthanisation (Figure 27 et 28) : 17 installations de méthanisation pour 8 installations de compostage. Seules 8 installations de compostage pour les déchets alimentaires sont recensées sur le territoire.

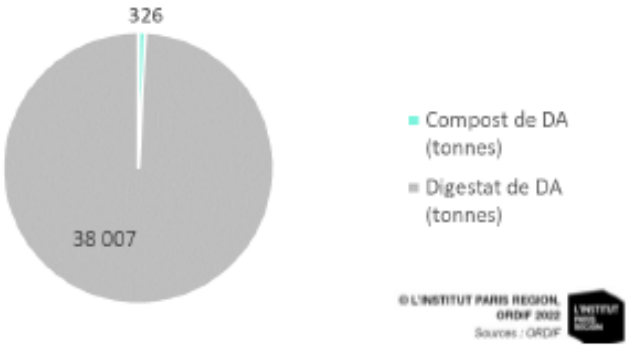

Figure 27. Recyclage biologique des déchets alimentaires traités en Ile-de-France en 2020 (Barrault et Lemaire, ORDIF, 2022) - (DA : Déchets alimentaires)

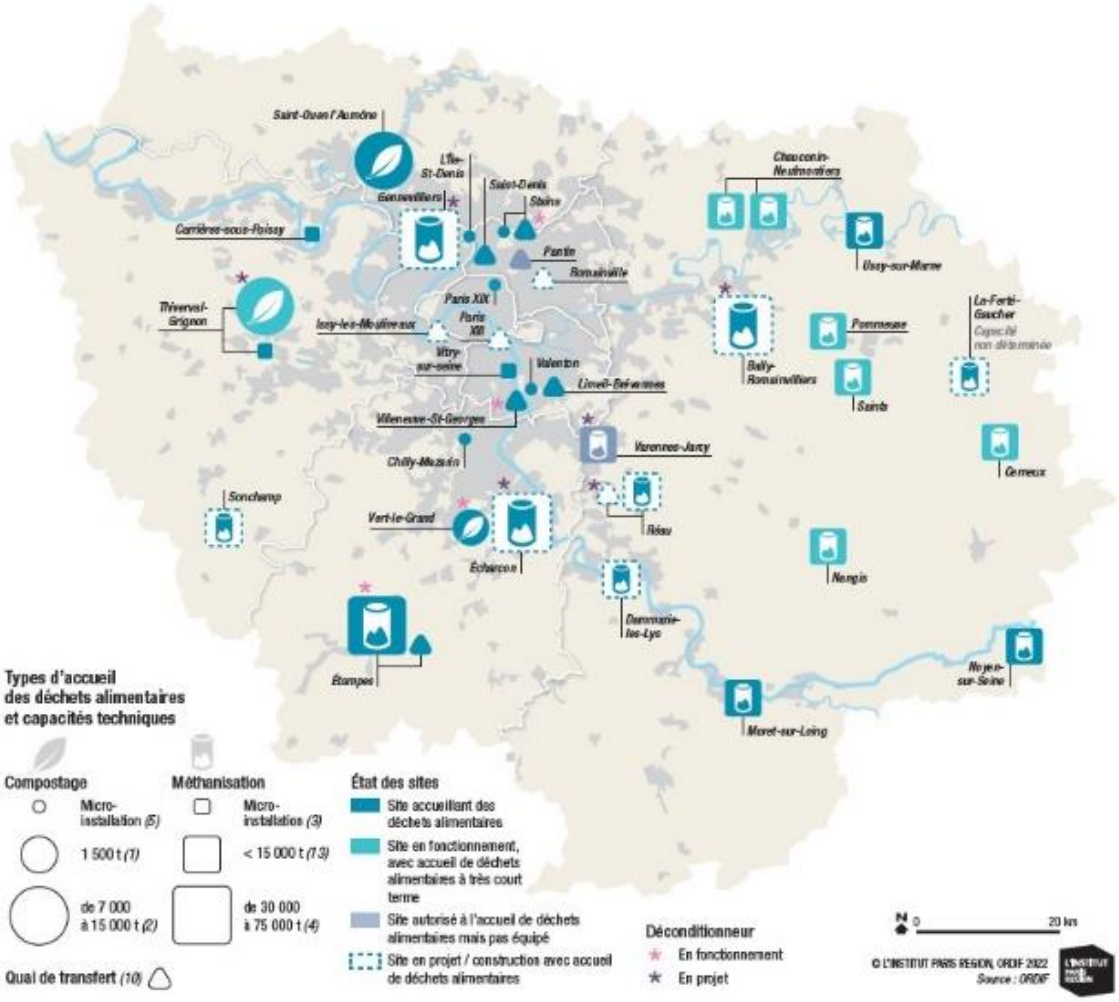

Figure 28. Installations de traitements biologiques et quais de transferts des déchets alimentaires en Ile-de-France, en 2020 et 2021 (ORDIF, 2022)

Une partie des biodéchets produits en Ile-de-France est exportée en dehors de la région pour être traitée et inversement des déchets produits en dehors de la région y sont importés pour être traités en Ile-de-France. Cela s'explique par des raisons financières, de bassins d'activités, de proximité, de disponibilité des installations ou de logique de groupe.

En 2020, 45% des flux sortaient de la région pour être traités, selon l'ORDIF. De nombreux projets vont renforcer les capacités de l'Île-de-France (Figure 29).
Depuis plusieurs années, de nouvelles capacités se sont ouvertes (nouvelles micro-installations ou augmentation de la capacité des installations déjà en place) et semblent en mesure d'absorber le flux de déchets alimentaires dans la région, selon l'ORDIF.

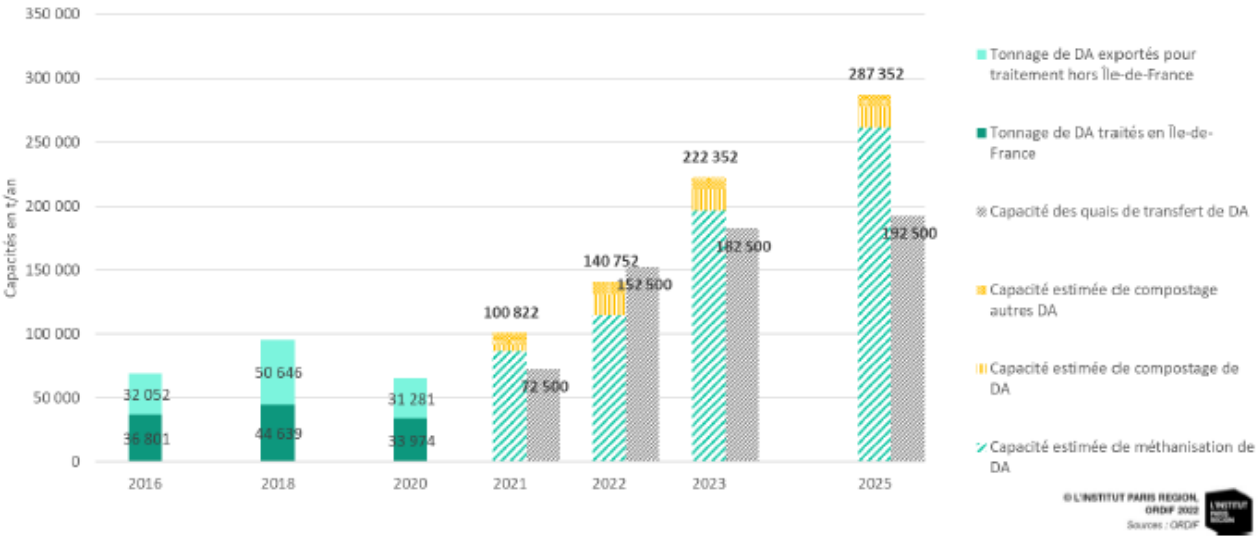

Figure 29. Capacités techniques de sites franciliens pouvant accueillir des déchets alimentaires (DA), estimées en 2022 (Barrault et Lemaire, ORDIF, 2022)

4.3.3. Le tri à la source et compostage des déchets alimentaires: Gaz à Effet de Serre (GES) évité ?

Le secteur des déchets est responsable de 4% des émissions de gaz à effet de serre au niveau national. Le transport des déchets concerne des flux à différents moments de la collecte qui concentre l'essentiel des mouvements de camions transportant des déchets. Sous différentes formes (porte à porte, apport volontaire), les collectes permettent d'acheminer les déchets vers des lieux intermédiaires (centres de tri, déchetteries, quais de transfert…) qui les orienteront vers les filières de recyclages appropriées, ou vers leurs exutoires finaux. La collecte génère ainsi des émissions de GES via le transport puisque réalisée très majoritairement par voie routière et motorisée.

AIRPARIF précise, selon l'ADEME, que les installations de stockage sont les plus gros contributeurs aux émissions de méthane (CH4) en Île-de-France avec une proportion de 44 %.

Il n'a pas été possible de trouver des éléments à ce sujet pour les déchets alimentaires en Ile-de-France et donc de connaitre les répercussions du compostage de proximité.

4.4. La gestion de proximité

Le PRPGD prévoyait initialement la généralisation du tri à la source des biodéchets au 31 décembre 2024, que la loi AGEC a avancé d'une année.

Le PRPGD donne la priorité aux actions de lutte contre le gaspillage alimentaire et aux actions de compostage de proximité pour les déchets alimentaires qui ne peuvent pas être évités afin de réduire les quantités collectées par le Service Public de Prévention et de Gestion des Déchets (SPPGD).

Ainsi, le PRPGD a pour objectif de permettre à chaque Francilien de pratiquer le compostage de proximité : à domicile, en pied d'immeubles, dans des composteurs de quartier, dans les établissements publics ou encore dans des parcs publics.

Les indicateurs de suivi de cet objectif sont :

- le nombre de franciliens couverts par une offre de compostage proposée par les collectivités territoriales,
- le nombre de composteurs distribués et utilisés par an par les collectivités (distinction entre les composteurs distribués aux particuliers, en pied d'immeubles, de quartier et en établissement et les lombricomposteurs) (Figure 30).

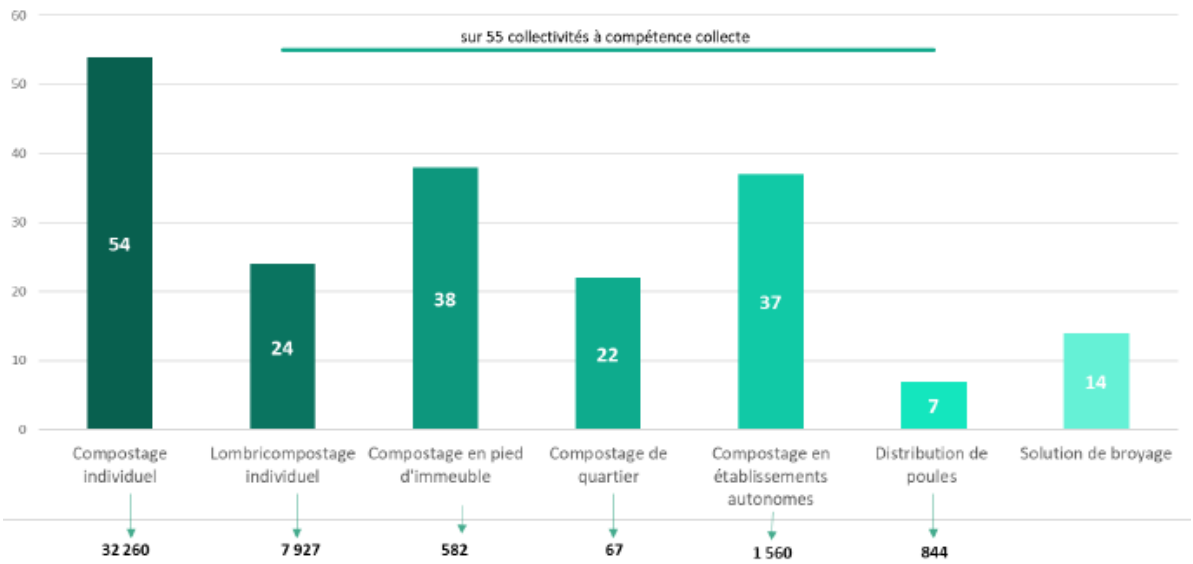

Figure 30. Collectivités d'Ile-de-France proposant des actions de gestion de proximité des biodéchets sur le territoire en 2021 (ORDIF)

L'institut Paris Région estime à plus de 300 000 les composteurs individuels ainsi distribués au cours des dernières années en Ile de France. Environ 2 079 sites de compostage en pied d'immeubles ont été identifiés, ainsi que 242 sites de compostage de quartier et 1 486 sites de compostage en établissement (écoles, etc.).

Malgré ces quantités en augmentation, il est cependant difficile d'évaluer le nombre total de composteurs réellement installés et surtout utilisés. Le volume de déchets alimentaires de cette filière et la quantité de compost qui en découle restent inconnus.

4.5. La collecte porte à porte et les plateformes de compostage

En 2021, l'ORDIF estime à 65 000 tonnes les déchets alimentaires collectés, dont 6673 par le service public de prévention et gestion des déchets (environ 8%) (Figure 31).

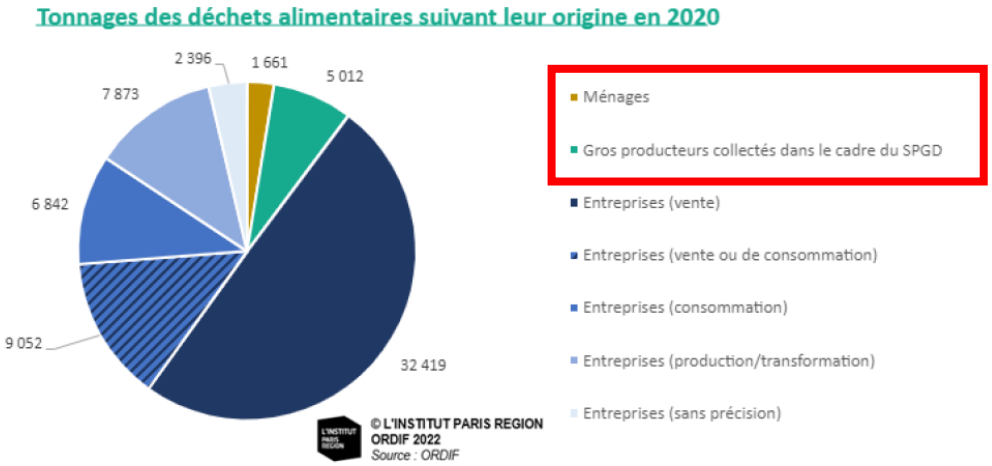

Figure 31. Tonnages des déchets alimentaires collectés dans les plateformes d'IDF, suivant leur origine. Encadré rouge : déchets collectés par les service public (ORDIF, 2022)

Malgré une évolution, la collectes des déchets alimentaires par le Service Public reste donc faible (1891 tonnes chez les ménages et 7739 tonnes chez les gros producteurs) (Figure 32).

Les 65 000 tonnes collectées en 2021 correspondent à 6,5% de la production francilienne de déchets alimentaires, estimés à environ 1 million de tonnes.

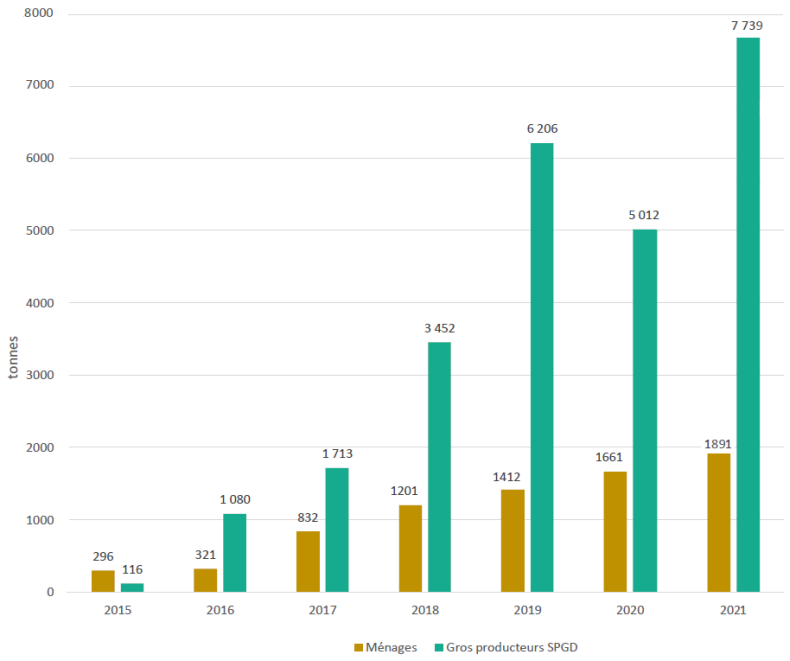

Figure 32. Evolution des tonnages de déchets alimentaires collectés à la source depuis 2015 en Ile-de-France (ORDIF, 2022, et complété avec les chiffres du Rapport de suivi du PRPGD, 2023)

La région estime avoir un bon niveau d'équipement régional en plateformes de compostage qui doit cependant faire l'objet d'un meilleur équilibre au regard des gisements. En effet, les gisements principaux sont localisés en petite couronne, là où les plateformes sont moins présentes (Figure 33).

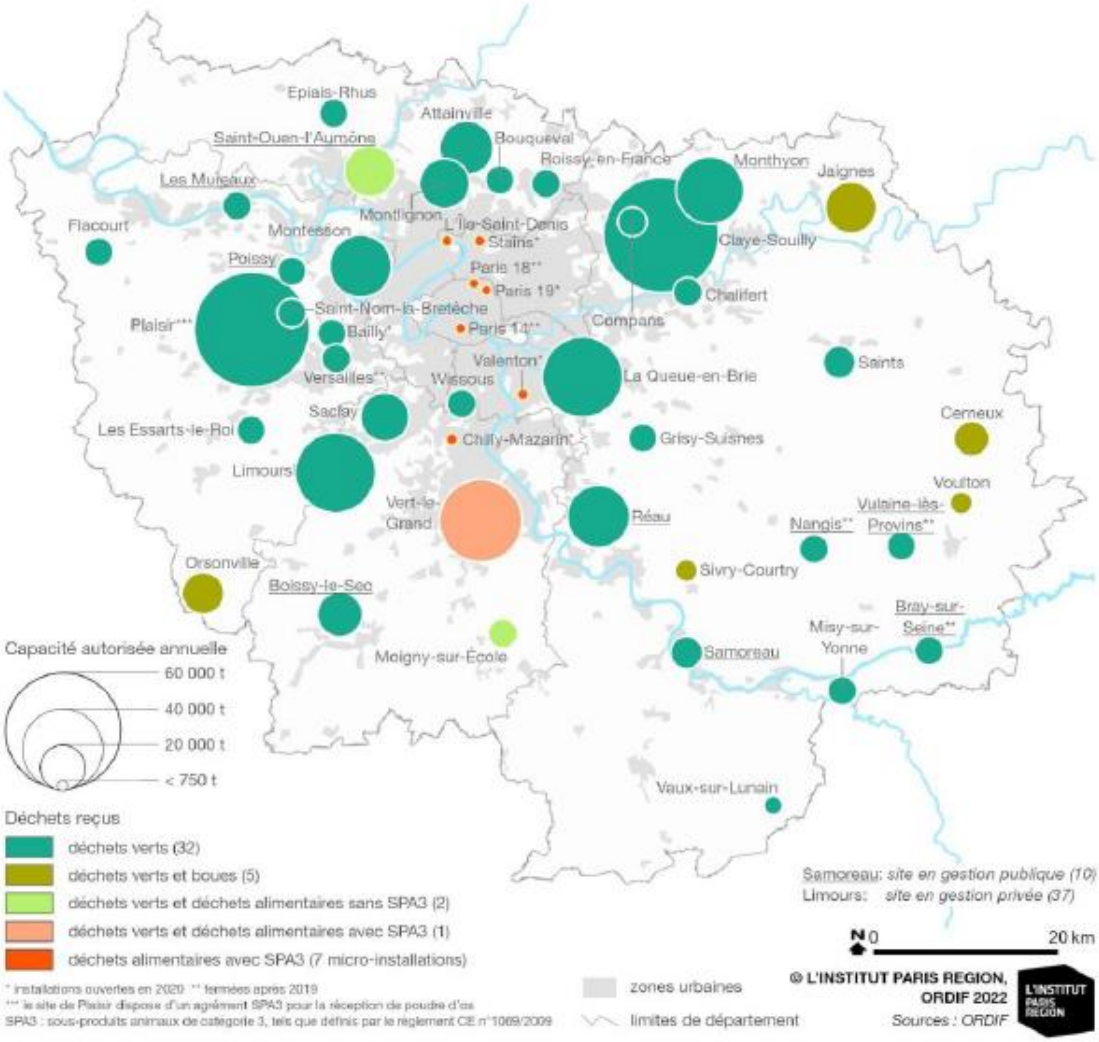

Figure 33. Les installations de compostage en Ile-de-France, de 2016 à 2021 (hors boues exclusivement et hors OMR) (ORDIF, 2022)

4.6. Les débouchés

Concernant les débouchés des composts, réalisés à base de déchets alimentaires, il convient de considérer les deux types de compostage : ceux dits de « proximité » (à domicile, en pied d'immeuble, de quartier) et ceux réalisés industriellement dans les plateformes.

Pour le compostage de proximité, l'ADEME considère que le compost est utilisé dans les jardins ou espaces verts proches, sans transport ni consommation de carburant liés à l'épandage.

Pour le compost industriel, les ¾ seraient épandus en agriculture et la part restante serait à destination des espaces verts des collectivités.

Le plan compost parisien de 2016 – 2020 (Mairie de Paris, 2017) a identifié plusieurs freins au compostage à Paris, parmi lesquels le débouché du compost produit.
En effet, les composts produits par les composteurs de proximité, ne sont utilisés que sur les espaces privés et distribués aux participants, compte tenu des restrictions règlementaires sur le transport et l'absence de certification (norme française NFU 44-051). Or, certains sites produisent des quantités importantes de compost « qu'ils ne peuvent pas toujours consommer *in situ* et souhaiteraient pouvoir le céder à d'autres participants qui en manquent ».

Ce rapport ayant été établi en 2017, par la mairie de Paris, la question du débouché reste entière à ce stade sur l'ensemble du territoire régional, d'autant que la part de biodéchets à composter dans les sites de proximité augmentera fortement dans les mois et années à venir, avec les apports de déchets alimentaires, à la suite de l'application de la loi AGEC.

4.7. Sensibilisation, animation, formation

La région Ile-de-France est active dans l'animation de la gestion des déchets. Elle organise de nombreuses animations autour du tri à la source des biodéchets à destination des citoyens, des élus et des professionnels du secteur.

Certaines communes s'investissent également dans la démarche et proposent des moments conviviaux avec présentation du processus de compostage, temps d'échanges, distribution de bioseaux... Les communes d'Aubervilliers et de Plaine Commune, par exemple, organisent des ateliers de formations, dont l'objectif est de permettre aux habitants d'acquérir les compétences et connaissances nécessaires à la bonne utilisation d'un composteur, et à l'obtention d'un compost de qualité.

L'ADEME planifie, avec la participation de la région, des formations sur les biodéchets et leur valorisation.

Plusieurs associations, actives sur le territoire, informent et sensibilisent le public sur le sujet des déchets et de la ressource qu'ils représentent.

Parmi elles, l'association Réseau Compost Citoyen d'Île-de-France (RCC IDF), a été créée à l'initiative d'acteurs publics et privés, avec le soutien de la Région et de l'ADEME, en 2021.

Réseau Compost Citoyen rcc Île de France

Le réseau défend la décarbonation du traitement des déchets et la revitalisation des déchets en œuvrant à la prévention et à la gestion de proximité des biodéchets. L'association propose également des accompagnements et des formations de guide composteur et de maitre composteur.

L'association Cluster Eau Milieux Sols Paris Île-de-France (ou Cluster EMS), créée en 2015, a pour mission générale d'animer des filières économiques innovantes dans les domaines de la gestion de l'eau, des milieux et des sols urbains. L'association anime des ateliers et développe depuis 2021 un réseau d'acteurs franciliens de la filière biodéchets, avec le soutien de la région et de l'ADEME.

Des associations locales proposent également des animations, comme *Une Oasis dans la ville*, à Aubervilliers, qui anime un jardin où adultes et enfants peuvent découvrir la nature et s'y impliquer. Les habitants peuvent venir déposer leurs déchets verts, déchets de cuisine et de table, dans le composteur.

4.8. Conclusion de la partie 4

Parmi les difficultés rencontrées dans la réalisation de cette partie, l'isolation des déchets alimentaires des données régionales en a été la première, notamment : connaitre les quantités exactes produites par les ménages et les gros producteurs, déterminer la part concernée par le compostage de proximité et celle collectée par le service public à destination des plateformes de compostage.

Le compostage domestique individuel ou collectif constitue, après la lutte contre le gaspillage alimentaire, la solution que la région Ile-de-France développe pour détourner de l'élimination les déchets alimentaires issus des ménages.

Malgré cet objectif, les déchets alimentaires traités par composteurs de proximité sont compliqués à appréhender car il est difficile de connaitre le nombre de composteurs installés et encore moins leur taux d'utilisation et donc les quantités produites. A cela s'ajoutent les débouchés des composts produits qui ne sont pas certifiés et ne peuvent en conséquent être épandus en dehors des zones privées. La difficulté est d'autant plus grande que les zones densément peuplées, en capacité de produire de grandes quantités de composts, sont celles ayant le moins d'espaces ouverts capables d'absorber ces volumes.

Pour que cette pratique fonctionne, il est nécessaire que les acteurs, c'est-à-dire les participants à l'apport de déchets, les maitres composteurs, soient informés sur le processus, sensibilisés aux risques de pollutions, et très impliqués dans la gestion quasi quotidienne du composteur. Dans le cas des composteurs partagés, la nomination de responsables, ou de maitres composteurs, est primordiale à la réussite du processus.

Enfin, pour une meilleure qualité de rendu, des informations manquantes seraient nécessaires sur les éléments suivants :

- La sensibilisation des acteurs aux risques de pollutions (métaux et plastiques cf. partie 3 de cette note) ;
- Les conséquences environnementales du compostage de déchets alimentaires sur les décharges et le transport ;
- Les débouchés des composts produits, notamment ceux en zones très urbanisées avec peu d'espaces ouverts.

Conclusion

Le premier avantage du compostage des déchets alimentaires est leur retrait du flux à destination de l'élimination. Cela a pour conséquence de diminuer les quantités de déchets enfouis ou incinérés, de réduire les émissions de méthane produites dans les décharges et prolonger la durée de vie des décharges. Le compostage est une solution pour gérer correctement les déchets alimentaires en obtenant des produits utilisables comme amendements et fertilisants des sols et ainsi fermer les cycles brisés.

L'une des propriétés distinctives des déchets alimentaires est leur teneur élevée en humidité, et en nutriments ainsi que leur faible structure physique. Leur compostage permet d'obtenir une source précieuse de matière organique et de nutriments pouvant être utilisés comme amendement et/ou fertilisant. Ainsi, outre la diminution des pollutions liées à l'enfouissement et à l'incinération de déchets alimentaires, l'amendement des sols avec du compost permet d'améliorer la structure du sol, de réduire l'érosion, d'assurer la séquestration du carbone, d'améliorer les capacités de rétention d'eau, d'alimenter les organismes vivants présents, d'améliorer la fertilité des sols et donc de limiter l'utilisation d'engrais chimiques de synthèse. Le sol amendé est ainsi plus enclin à fournir les services écosystémiques nécessaires à notre survie, à savoir, les services d'approvisionnement alimentaire, de régulation et de support de la biodiversité. Un élément qui n'a pas été étudié dans le cadre de cette note et qui mériterait un regard particulier est la capacité d'assainissement de l'environnement des déchets alimentaires (Adsorption par les déchets de fruits et légumes par Ganesh, Sridhar and Vishali, 2022).

Les solutions de compostage peuvent être, de manière complémentaire, le déploiement de la gestion de proximité par le développement du compostage domestique ou du compostage partagé et le déploiement de la collecte séparée via une collecte supplémentaire à mettre en œuvre par le service public, en direction d'une plateforme de compostage industriel.

Les débouchés des composts produits, en Ile-de-France, n'ont pas été développés dans cette note, faute d'informations facilement disponibles.

Bien que les avantages de l'apport de compost au sol soient avérés, il est essentiel de considérer le compost comme une source potentielle de pollutions (agents pathogènes, plastiques et métaux). Afin de limiter ces risques, les matières premières doivent être correctement triées à la source, le processus surveillé et le produit contrôlé avant amendement.

La qualité des composts produits dans les plateformes de compostage est contrôlée avant utilisation et les débouchés de cette filière sont établis. En revanche, la qualité des composts issus des composteurs de proximité n'est pas toujours mesurée et les débouchés sont sources de questionnement, principalement ceux produits dans les zones très urbanisées avec peu d'espaces ouverts dans lesquels utiliser le compost.

Références bibliographiques

Abiven, S., Menasseri, S., Chenu, C., 2009. The effects of organic inputs over time on soil aggregate stability – A literature analysis. Soil Biology and Biochemistry 41, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.09.015

Aoun, J., Bouaoun, D., 2008. Etude des caractéristiques physico-chimiques et contribution à la valorisation agronomique du compost des ordures ménagères. Environnement, Ingénierie & Développement N°50-Avril-Mai-Juin 2008, 7932. https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.1459

Baize, D., 2013. Des volumes emboîtés à toutes échelles d'espace, in: Les Sols et Leurs Structures – Observations à Différentes Échelles.

Barrault et Lemaire - 2022 - LES DÉCHETS ALIMENTAIRES EN ÎLE-DE-FRANCE.pdf.

Braun, M., Mail, M., Heyse, R., Amelung, W., 2021. Plastic in compost: Prevalence and potential input into agricultural and horticultural soils. Science of The Total Environment 760, 143335. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143335

Cerda, A., Artola, A., Font, X., Barrena, R., Gea, T., Sánchez, A., 2018. Composting of food wastes: Status and challenges. Bioresource Technology 248, 57–67. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.133

Chew, K.W., Chia, S.R., Show, P.L., Ling, T.C., Arya, S.S., Chang, J.-S., 2018. Food waste compost as an organic nutrient source for the cultivation of Chlorella vulgaris. Bioresource Technology 267, 356–362. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.07.069

Chia, W.Y., Chew, K.W., Le, C.F., Lam, S.S., Chee, C.S.C., Ooi, M.S.L., Show, P.L., 2020a. Sustainable utilization of biowaste compost for renewable energy and soil amendments. Environmental Pollution 267, 115662. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115662

Chia, W.Y., Chew, K.W., Le, C.F., Lam, S.S., Chee, C.S.C., Ooi, M.S.L., Show, P.L., 2020b. Sustainable utilization of biowaste compost for renewable energy and soil amendments. Environmental Pollution 267, 115662. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115662

De Corato, U., Viola, E., Keswani, C., Minkina, T., 2024. Impact of the sustainable agricultural practices for governing soil health from the perspective of a rising agri-based circular bioeconomy. Applied Soil Ecology 194, 105199. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105199

Esparza, I., Jiménez-Moreno, N., Bimbela, F., Ancín-Azpilicueta, C., Gandía, L.M., 2020. Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. Journal of Environmental Management 265, 110510. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110510

Fagnano, M., Adamo, P., Zampella, M., Fiorentino, N., 2011. Environmental and agronomic impact of fertilization with composted organic fraction from municipal solid waste: A case study in the region of Naples, Italy. Agriculture, Ecosystems & Environment 141, 100–107. https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.019

Ganesh, K.S., Sridhar, A., Vishali, S., 2022. Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A review. Chemosphere 287, 132221. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132221

Horton, A.A., Walton, A., Spurgeon, D.J., Lahive, E., Svendsen, C., 2017. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. Science of The Total Environment 586, 127–141. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190

Institut Région Paris, 2023. Le tri des déchets alimentaires, enfin ? (No. 986). Institut Région Paris.

Jakubus, M., 2020. A Comparative Study of Composts Prepared from Various Organic Wastes Based on Biological and Chemical Parameters. Agronomy 10, 869. https://doi.org/10.3390/agronomy10060869

Kelley, A., Wilkie, A.C., Maltais-Landry, G., 2020. Food-Based Composts Provide More Soil Fertility Benefits Than Cow Manure-Based Composts in Sandy Soils. Agriculture 10, 69. https://doi.org/10.3390/agriculture10030069

Kranz, C.N., McLaughlin, R.A., Johnson, A., Miller, G., Heitman, J.L., 2020. The effects of compost incorporation on soil physical properties in urban soils – A concise review. Journal of Environmental Management 261, 110209. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110209

Kumari, R., 2017. Biodiversity of compost mesofauna as an indicator of the composting 12.

Lalremruati, M., Devi, A.S., 2021. Changes in physico-chemical properties during composting of three common household organic solid wastes amended with garden soil. Bioresource Technology Reports 15, 100727. https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100727

Laurent Bletzacker, Hélène Chiapello, Marie-Odile, Delorme, Philippe Ferrand, Marie Guégan, Alain Hénaut, Marjolaine Matabos,, Adria Nécir et Johnny Nehme, 2009. Que faire de nos biodéchets : production d'énergie ou production de compost ? État des connaissances et des techniques de traitement pour une valorisation optimale. Ingénieries n° 57-58 89 à 100.

Le, V.-R., Nguyen, M.-K., Nguyen, H.-L., Lin, C., Rakib, Md.R.J., Thai, V.-A., Le, V.-G., Malafaia, G., Idris, A.M., 2023. Organic composts as A vehicle for the entry of microplastics into the environment: A comprehensive review. Science of The Total Environment 892, 164758. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164758

Lehec, E., 2016. La participation habitante, un objet de recherche pour la mise en durabilité de la gestion urbaine. Le cas du compostage des déchets, Carrières Sociales Editions. ed.

Leroy, B.L.M., Herath, H.M.S.K., Sleutel, S., De Neve, S., Gabriels, D., Reheul, D., Moens, M., 2008. The quality of exogenous organic matter: short-term effects on soil physical properties and soil organic matter fractions. Soil Use and Management 24, 139–147. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2008.00142.x

Madhuri, P., Gayatri, G., 2010. BIOCOMPOST- A NICHE FOR INSECT DIVERSITY. Biodiversity and Climate Change.

Mairie de Paris, 2017. Compostage à Paris.

Masullo, A., 2017. Organic wastes management in a circular economy approach: Rebuilding the link between urban and rural areas. Ecological Engineering 101, 84–90. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.01.005

Meena, A.L., Karwal, M., Dutta, D., Mishra, R.P., 2021. Composting: Phases and Factors Responsible for Efficient and Improved Composting 3.

Morales, G.E., Wolff, M., 2010. Insects associated with the composting process of solid urban waste separated at the source. Rev. Bras. entomol. 54, 645–653. https://doi.org/10.1590/S0085-56262010000400017

Neve, S.D., Sleutel, S., Hofman, G., 2002. Carbon mineralization from composts and food industry wastes added to soil.

Nguyen, M.K., Lin, C., Quang Hung, N.T., Hoang, H.-G., Vo, D.-V.N., Tran, H.-T., 2023. Investigation of ecological risk of microplastics in peatland areas: A case study in Vietnam. Environmental Research 220, 115190. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.115190

Palaniveloo, K., Amran, M.A., Norhashim, N.A., Mohamad-Fauzi, N., Peng-Hui, F., Hui-Wen, L., Kai-Lin, Y., Jiale, L., Chian-Yee, M.G., Jing-Yi, L., Gunasekaran, B., Razak, S.A., 2020. Food Waste Composting and Microbial Community Structure Profiling. Processes 8, 723. https://doi.org/10.3390/pr8060723

Rachid, S., Metna Ali-Ahmed, F., Kanane, M., Hammoum, A., 2023. Agricultural valorization of composts produced by recycling organic waste. IJROWA 12. https://doi.org/10.30486/ijrowa.2022.1949750.1398

Région Ile de France, 2023. Rapport-de-suivi-PRPGD.

Région Ile de France, 2019. Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets.

Rivier, P.-A., Jamniczky, D., Nemes, A., Makó, A., Barna, G., Uzinger, N., Rékási, M., Farkas, C., 2022. Short-term effects of compost amendments to soil on soil structure, hydraulic properties, and water regime. Journal of Hydrology and Hydromechanics 70, 74–88. https://doi.org/10.2478/johh-2022-0004

Ruellan, A., 2010. Des sols et des hommes: Un lien menacé. IRD Éditions. https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.8293

Salomone, R., Saija, G., Mondello, G., Giannetto, A., Fasulo, S., Savastano, D., 2017. Environmental impact of food waste bioconversion by insects: Application of Life Cycle Assessment to process using Hermetia illucens. Journal of Cleaner Production 140, 890–905. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.154

Syctom, 2017. Tri des déchets alimentaires : Comprendre et agir.

Torrijos, V., Calvo Dopico, D., Soto, M., 2021. Integration of food waste composting and vegetable gardens in a university campus. Journal of Cleaner Production 315, 128175. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128175

Van Der Wurff, A.W.G., Fuchs, J.G., Raviv, M., Termorshuizen, A., 2016. Handbook for composting and compost use in organic horticulture. BioGreenhouse, [Netherlands]. https://doi.org/10.18174/375218

Vaz-Moreira, I., Silva, M.E., Manaia, C.M., Nunes, O.C., 2008. Diversity of Bacterial Isolates from Commercial and Homemade Composts. Microb Ecol 55, 714–722. https://doi.org/10.1007/s00248-007-9314-2

Wang, Y., Tang, Y., Li, M., Yuan, Z., 2021. Aeration rate improves the compost quality of food waste and promotes the decomposition of toxic materials in leachate by changing the bacterial community. Bioresource Technology 340, 125716. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.125716

Weber, J., Karczewska, A., Drozd, J., Licznar, M., Licznar, S., Jamroz, E., Kocowicz, A., 2007. Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. Soil Biology and Biochemistry 39, 1294–1302. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.12.005

Yu, H., Ding, W., Luo, J., Geng, R., Cai, Z., 2012. Long-term application of organic manure and mineral fertilizers on aggregation and aggregate-associated carbon in a sandy loam soil. Soil and Tillage Research 124, 170–177. https://doi.org/10.1016/j.still.2012.06.011

Références Webographiques

ADEME (Agence de la transition écologique) : https://www.ademe.fr/

AquaPortail : www.aquaportail.fr

ARB IDF (Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France) : https://www.arb-idf.fr/article/lobservatoire-de-lagriculture-urbaine-et-de-la-biodiversite-en-ile-de-france/

CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, la mobilité et l'aménagement) : https://www.cerema.fr/fr

Cluster Eau Milieux Sols Paris Ile-de-France : https://www.clusterems.org

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) : https://www.fao.org/home/fr

Institut Paris Région : https://www.institutparisregion.fr/

ORDIF (Observatoire Régional des Déchets) : https://www.ordif.fr/

PEPR Solu-Biod (Programme et Equipement Prioritaire de Recherche - Solutions fondées sur la Nature) : https://www.pepr-solubiod.fr/projet-strategique-reseau-living-labs/paris-ile-de-france/

RCC (Réseau Compost Citoyen) : https://reseaucompost.org/

Une OASIS dans la ville, association à Aubervilliers : https://associations.aubervilliers.fr/2024/03/21/tous-au-compost-avec-lassociation-une-oasis-dans-la-ville/

Ville d'Aubervilliers : https://www.aubervilliers.fr/

Ville de Paris : https://www.paris.fr/pages/le-tri-des-dechets-alimentaires-a-paris-24842

Plaine Commune : https://plainecommune.fr/

Résumé

Les denrées alimentaires devenues des substances dont le détenteur se défait, représentent environ un tiers des poubelles grises françaises. Ces déchets, dits alimentaires, sont riches en nutriments et représentent une ressource qu'il est nécessaire de détourner de l'élimination traditionnelle en vue d'un retour au sol de la matière organique.

Le compostage des déchets alimentaires émerge comme une solution alternative et efficace de gestion des déchets. Il permet, en effet, leur retrait du flux à destination de l'enfouissement ou de l'incinération, tout en produisant un compost utilisable comme amendement et fertilisant du sol. Ce processus naturel de décomposition de la matière organique, par action des insectes et des micro-organismes, se déroule en plusieurs phases dont la durée varie selon les matières premières et la méthode de compostage employée.

L'amendement du sol avec du compost permet d'améliorer sa structure, de réduire son érosion, d'assurer la séquestration du carbone, d'améliorer les capacités de rétention d'eau, d'alimenter les organismes vivants présents, d'améliorer sa fertilité. L'apport de compost améliore donc la santé du sol et renforce ainsi les services écosystémiques qu'il offre.

Il est cependant essentiel de considérer le compost intégrant des déchets alimentaires comme une source potentielle de pollutions notamment par la présence d'agents pathogènes, de plastiques et de métaux. Il est donc essentiel de limiter ces risques par le tri à la source des déchets alimentaires, la surveillance du processus de compostage et le contrôle du produit final.

Mots clefs : compost, déchets alimentaires, services écosystémiques, sol

Summary

Approximately one-third of the waste collected in grey bins in France are food items discarded by individuals. These "food waste," these refuse materials are nutrient-rich and represent a valuable resource that should be diverted from traditional disposal methods to integrate them into the soil as organic matter.

Composting food waste is as an alternative and an effective solution for managing these wastes. Indeed, it allows for their removal from waste streams destined for burial or incineration, while producing compost usable as soil amendment and fertilizer. This natural process of organic matter decomposition, facilitated by insects and microorganisms in aerobic conditions, occurs in several phases whose duration varies depending on the raw materials and composting methods employed.

The use of compost to amend soil offers numerous benefits, including enhancement of their structure, erosion reduction, carbon sequestration, improvment of water retention capacity, as well as stimulation of living organisms' activity and enhancement of fertility. Consequently, compost application promotes soil health and strengthens the ecosystem services it provides.

However, it is crucial to acknowledge that compost derived from food waste may pose a potential pollution issue, due to the presence of pathogens, plastics, and metals. To mitigate these risks, implementing source separation measures, monitoring the composting process, and controlling the quality of the final product are essential.

Keywords : compost, food waste, ecosystem services, soil