



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

Les start-ups de collecte et valorisation des biodéchets en ville : une étude de leurs modèles d'affaires

Sandrine Costa

(auteure de correspondance)

UMR MoISA, Univ. Montpellier, Cirad, IAMM, INRAE, Institut Agro, IRD, Montpellier, France.
sandrine.costa@inrae.fr

Mechthild Donner

UMR MoISA Univ. Montpellier, Cirad, IAMM, INRAE, Institut Agro, IRD, Montpellier, France

Christian Duquennois

UMR PROSE, INRAE, Université Paris-Saclay, Antony, France

Valentin Savary

INSA Centre Val de Loire et UMR MoISA, Univ. Montpellier, Cirad, IAMM, INRAE, Institut Agro, IRD, 34060 Montpellier, France

2,9 milliards de tonnes par an (soit 284 kg/hab/an), c'est la quantité de déchets ménagers produite actuellement dans le monde, et il est prévu qu'elle continue d'augmenter pour atteindre presque 4 milliards de tonnes par an en 2050 (Kaza et al., 2018). Les impacts environnementaux et sociaux de ces déchets sont multiples et soulèvent des enjeux différenciés selon le niveau de revenu des pays. En Europe, la réglementation prévoit que 65 % des déchets ménagers soient recyclés d'ici 2035. Dans cette étude,

nous avons étudié les modèles d'affaires des start-ups de collecte et de valorisation des biodéchets. Ces entreprises, malgré le contexte économique favorable, dépendent encore beaucoup de fonds publics et font face à une concurrence croissante.

Une réglementation qui évolue pour les déchets ménagers

En Europe, la quasi-totalité des déchets solides ménagers (DSM) est collectée, mais leur traitement reste encore très impactant sur l'environnement : 50 % des déchets ménagers sont mis en décharge ou incinérés (Eurostat, 2023). L'incinération, même avec récupération d'énergie, et la mise en décharge se situent ainsi tout en bas de la hiérarchie des stratégies de gestion, après la prévention, la réutilisation et le recyclage. Cette hiérarchie, introduite formellement en 1991 dans la réglementation par la directive 91/156/CEE, vise à réduire les impacts négatifs de la production et de la gestion des déchets. Elle est centrale dans la législation et les politiques de gestion et prévention des déchets puisqu'elle définit l'ordre de priorité des stratégies à mettre en place.

La réglementation européenne actuellement en vigueur prévoit qu'un maximum de 10 % des DSM soient mis en décharge (directive 31/1999/CE) et qu'au moins 65 % des DSM soient recyclés (directive 2018/851/UE) d'ici 2035. Pour faciliter le recyclage, la directive 2018/851/UE a ajouté l'obligation de collecter séparément les déchets textiles, les déchets ménagers dangereux ainsi que les biodéchets pour tous les producteurs, incluant les ménages et les professionnels. Par conséquent, les municipalités doivent mettre en place des systèmes de collecte séparée avant le 31 décembre 2023 pour les biodéchets et le 1er janvier 2025 pour les déchets textiles et dangereux.

Cette étude se concentre sur les biodéchets, qui incluent les déchets biodégradables des jardins et des parcs, les déchets alimentaires des ménages, des restaurants, des cantines, des bureaux et commerces de détail, ainsi que de la transformation des aliments (directive 2018/851/UE). En 2017, 86 millions de tonnes de biodéchets ont été

Encadré 1 : Les procédés majoritaires de valorisation des biodéchets urbains

Trois familles de bioprocédés dominent actuellement la valorisation des biodéchets en contexte urbain : le compostage, le lombricompostage et la méthanisation. Ces procédés représentent tous une forme d'intensification de processus biologiques naturels.

Le **compostage** est un procédé strictement aérobie impliquant des organismes qui réclament un accès illimité à l'oxygène. Ces organismes transforment la matière organique des biodéchets en un produit appelé compost, dont la composition se rapproche de celle de l'humus et qui est en général utilisé pour l'amendement des sols. Bien que d'apparence naturelle, le compostage reste un procédé technique qui nécessite des conditions opératoires optimales. Les start-ups analysées dans cet article utilisent trois différents types de techniques (selon la typologie de Makan et Fadili, 2020) : des andains (la matière est simplement déposée au sol en formant des rangs), des bacs de compostage de proximité (ouverts ou équipés d'un couvercle) et des composteurs dynamiques fermés (réacteurs équipés d'un dispositif de brassage mécanique).

Le **lombricompostage** implique la décomposition de la matière organique par des lombrics (majoritairement l'espèce *Eisenia fetida*). Biologiquement, le lombricompostage se rapproche plus de la digestion anaérobie que du compostage, puisque la matière organique est transformée dans le tube digestif des vers. Bien qu'il existe plusieurs techniques de lombricompostage (bacs, andains, silos/réacteurs, etc.), la start-up analysée dans cet article met uniquement en œuvre des andains.

La **méthanisation** est un procédé destiné à produire du méthane (CH₄), et qui repose sur un ensemble de processus biologiques appelé digestion anaérobie. La digestion anaérobie est l'œuvre de micro-organismes qui ne peuvent survivre qu'en absence totale d'oxygène. Le principe de la méthanisation consiste à conduire la digestion anaérobie à travers une cascade de phases successives de bio-transformation de la matière organique, dans la plupart des cas dans un seul et même réacteur, jusqu'au stade final de production d'un mélange de CH₄ et de CO₂ appelé biogaz.

produites au sein de l'Union européenne (EEA, 2020), dont 60 % de déchets alimentaires et 35 % de déchets de jardin. Cependant, la composition des biodéchets municipaux varie considérablement d'un pays à l'autre : de 20 % de déchets alimentaires en Hongrie à plus de 90 % au Danemark (EEA, 2020). Les biodéchets municipaux sont soit collectés séparément des autres ordures ménagères puis valorisés ; soit mélangés au reste des ordures ménagères puis enfouis ou incinérés. Seuls 43 % (37 millions de tonnes) des biodéchets ont été collectés séparément en 2017 au sein de l'UE. Toutefois, la part de biodéchets collectée séparément est très variable selon les pays : de moins de 10 % pour la Grèce à plus de 80 % en Autriche en 2017 (EEA, 2020). En France, environ la moitié des biodéchets sont collectés séparément (EEA, 2020) ; la plupart d'entre eux sont des déchets de jardin collectés en déchèterie, et beaucoup reste à faire pour la collecte et la valorisation des déchets alimentaires.

La France est donc loin de l'objectif de collecte séparée et valorisation de tous les biodéchets en décembre 2023, qui a été introduit dans la loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage alimentaire et pour l'économie circulaire (dite loi AGEC). Cette loi précise que les collectivités doivent mettre en place un tri à la source des biodéchets et s'assurer que les biodéchets des ménages seront valorisés et non mis en décharge, et que tous les autres producteurs privés de biodéchets (restaurants, entreprises...) doivent les valoriser.

Pour aider les collectivités et les autres producteurs de biodéchets à respecter ces nouvelles obligations, un nombre croissant de start-ups¹ voient le jour, qui expérimentent de nouveaux modèles d'affaires en lien avec les activités de collecte et valorisation des biodéchets. L'objectif est ici de faire une étude exploratoire des modèles d'affaires de ces start-ups en relation avec les procédés de transformation mobilisés, sur la base d'une étude de cas, méthode adaptée à

l'exploration de phénomènes émergents. Pour cela, en l'absence d'annuaire ou de données référençant l'ensemble de ces start-ups, nous en avons identifié 37 via la presse (Europresse) et le site ShiftYourJob. Parmi celles-ci, 17 d'entre elles ont accepté de participer, et constituent les cas étudiés, diversifiés par leur localisation et leurs modèles d'affaires. Parmi nos cas d'étude, neuf sont des micro-entreprises, six des associations et un seul est une petite entreprise de plus de dix salariés. Des entretiens semi-structurés ont été menés avec les dirigeants de chaque entreprise par téléphone ou via des outils de conférence en ligne en juin et juillet 2022, et ils ont duré de 30 à 90 minutes (Costa et al. 2024).

Le cadre analytique utilisé est celui des modèles d'affaires bioéconomiques circulaires (Donner et al., 2020). Il ajoute à l'analyse classique du modèle d'affaires (voir l'encadré 2) l'étude du contexte externe, des exigences et impacts en matière de circularité ainsi que les principales parties prenantes.

Tous les entretiens ont été enregistrés et des résumés détaillés ont été rédigés. Les résumés écrits ont été vérifiés et approuvés par les personnes interrogées. Les données recueillies ont ensuite été codées et analysées selon les principaux thèmes, d'abord pour chaque cas particulier, puis de manière comparative.

Un contexte porteur et des motivations environnementales partagées, pour une diversité de modèles d'affaires

Au cours des entretiens, plusieurs créateurs de ces start-ups évoquent leur volonté d'avoir une activité respectueuse de l'environnement et soulignent que l'évolution de la réglementation sur les biodéchets a facilité le lancement de l'activité en augmentant la demande de services de collecte et valorisation des biodéchets. Beaucoup des start-ups étudiées subissent les contraintes associées à la périssabilité des biodéchets, génératrice de nuisances lors du stockage et de la transformation, et font face aux fortes incertitudes économiques associées au développement encore en cours du marché des services de collecte et valorisation des biodéchets et à la dépendance des choix politiques des collectivités. Au-delà de ces similitudes, les choix entrepreneuriaux divergent. En effet, les activités de collecte et valorisation des biodéchets sont liées à plusieurs marchés :

1 Les start-ups sont caractérisées par : l'innovation (sur le produit, ou service offert ou le modèle d'affaires), l'ancienneté inférieure à 10 ans et l'intention d'augmenter en taille. https://www.europeanstartupmonitor2019.eu/EuropeanStartupMonitor2019_2020_21_02_2020-1.pdf

des services de collecte et valorisation ; de vente des matériels nécessaires au tri et à la collecte des biodéchets (ex : vélos-cargos) ou à leur valorisation (ex : composteurs) ; des produits issus de la valorisation (ex : biogaz) ; du conseil et de la formation. L'analyse de ces modèles d'affaires conduit à distinguer 5 types d'entreprises différents par leur proposition de valeur (voir la figure 1).

Encadré 2 : les modèles d'affaires

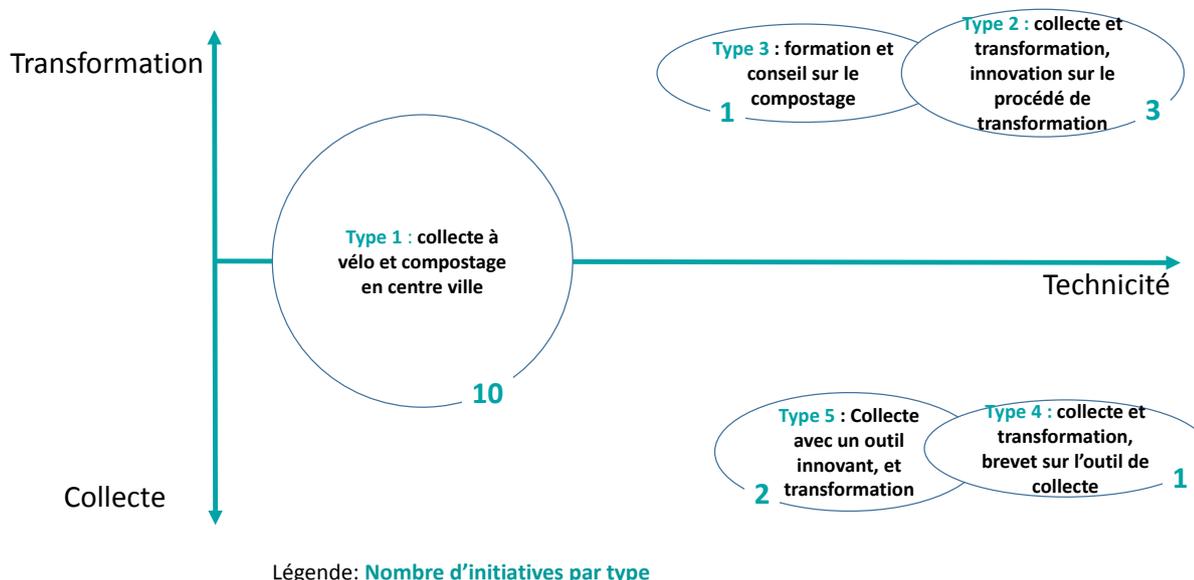
Un modèle d'affaires décrit le fonctionnement d'une entreprise et la création de valeur pour ses parties prenantes. L'étude des modèles d'affaires précise quelle est la valeur proposée par l'entreprise et comment elle est créée (au travers de quelles activités et avec quelles ressources et partenariats), à qui et comment cette valeur est distribuée (quels clients en bénéficient et à travers quels canaux de distribution et de communication) et enfin comment cette valeur est capturée (quels sont les revenus et les coûts qui en résultent, et pour qui).

Les modèles d'affaires bioéconomiques circulaires offrent des solutions de gestion innovantes pour les défis environnementaux en convertissant la biomasse en divers nouveaux produits à valeur ajoutée tels que la bioénergie, les biofertilisants, les biomatériaux ou les ingrédients alimentaires, et en appliquant des stratégies circulaires (Donner et al., 2020). Le développement et la mise en œuvre de modèles d'affaires de bioéconomie circulaire sont généralement difficiles en raison de facteurs macro-environnementaux externes politiques, juridiques, culturels et de marché, ainsi que de facteurs techniques, organisationnels et financiers internes à l'entreprise. Par conséquent, ces modèles d'affaires ont besoin d'innovations organisationnelles, sociales et technologiques radicales pour faire face à ces multiples défis, co-créer de la valeur avec différents partenaires et gérer diverses ressources de biomasse (Donner et de Vries, 2021).

Le premier type de start-ups est constitué d'une dizaine d'entreprises dont la proposition de valeur est centrée sur la vente d'un service de collecte en vélo des biodéchets en centre-ville. Cette offre s'adresse essentiellement aux producteurs de biodéchets (restaurants, fleuristes...) localisés dans les centres urbains, mais aussi à quelques collectivités. Les biodéchets collectés sont transformés en compost, qui est distribué gratuitement (à des particuliers, des agriculteurs, etc...) pour six de ces entreprises. Les start-ups qui le vendent soulignent que le prix du compost est très faible et les recettes de la vente marginales dans leur chiffre d'affaires, et pour pouvoir être vendu, le compost doit respecter la norme des amendements organiques (NF U44-051) qui fixe des teneurs maximales en éléments trace métalliques et en composés trace organiques. De plus, la qualité agronomique du compost produit et distribué (ou vendu) ne semble pas être un sujet de préoccupation pour la majorité de ces start-ups (7 sur 10) alors qu'elle dépend fortement des pratiques de compostage. Ceci soulève la question de l'impact réel de ces projets sur l'amélioration agronomique des sols, qui est l'objectif environnemental du retour au sol de la matière organique promu par ces entreprises. D'un point de vue économique, l'achat des vélos-cargos nécessaires à la collecte des biodéchets n'a pu se faire que grâce à des subventions, et plusieurs de ces start-ups bénéficient de partenariat avec la collectivité ou un agriculteur pour leur fournir (souvent gracieusement) l'espace nécessaire au compostage. Toutes prévoient d'accroître le volume traité pour bénéficier des économies d'échelle liées à une densification de la collecte ou au travail nécessaire pour le retournement du compost. Si la collecte à vélo est perçue par ces entreprises comme un avantage concurrentiel dans les centres urbains, beaucoup d'entre elles s'inquiètent d'une possible concurrence future des grandes entreprises spécialisées dans la collecte et le traitement des déchets comme Moulinot ou Suez.

Le deuxième type d'entreprises se distingue du premier par une proposition de valeur centrée sur la transformation des biodéchets en mobilisant un niveau élevé de connaissances techniques sur les procédés. Deux de ces entreprises ont ainsi déposé des brevets (pour l'une sur la méthanisation, pour l'autre sur des composteurs électro-mécaniques), la troisième a conduit des expérimentations scientifiques sur le lombricompostage. Toutes ces start-ups ont été

Figure 1. Schématisation des différents types d'entreprises



En abscisse le niveau de technicité, et en ordonnée, le cœur de leur proposition de valeur entre collecte et transformation.

subventionnées pour leur activité de recherche et développement. Elles offrent des services de conseil pour le design de solutions de traitement des biodéchets, et, pour deux d'entre elles, de formation au compostage ou au lombricompostage. Dans le cas particulier du lombricompostage, la bonne qualité agronomique du compost obtenu pourrait permettre une commercialisation à un prix bien plus élevé que le compost issu de procédés traditionnels de compostage, à condition que celle-ci soit autorisée. En effet, pour l'instant, le procédé de lombricompostage ne permettant pas une montée en température jusqu'à 70°C, il n'est pas considéré comme étant hygiénisé et ne peut être commercialisé.

Une seule start-up constitue le type 3. La proposition de valeur est centrée sur son expertise dans les techniques de compostage avec l'offre de deux sortes de services : des formations au compostage ou l'accompagnement de collectivités ou de grandes entreprises sur la mise en place de solutions de compostage de proximité. Elle se distingue des entreprises du type 2 par le fait qu'elle ne vend pas d'équipement, et qu'elle n'a pas été innovante sur le procédé. Ses revenus viennent de la vente de ses services ; en matière de ressources, elle mobilise du travail et des connaissances techniques et s'appuie, en externe, sur un réseau qui diffuse l'ensemble des offres de formation en compostage.

Les types 4 et 5 sont caractérisés par le fait que leur proposition de valeur est centrée sur des innovations techniques permettant de réduire la périssabilité des biodéchets lors de la collecte (réservoirs étanches) ou pendant son stockage avant collecte (containers réfrigérés ou déshydrateurs). Ces entreprises réalisent elles-mêmes le service de collecte, en camion ; et aucune n'a reçu de subventions. La distinction entre ces deux types vient de l'origine de l'innovation technique : l'entreprise du type 4 a développé elle-même l'innovation et déposé un brevet, alors que les deux entreprises du type 5 vendent du matériel développé et produit à l'étranger. Ces dernières ont des difficultés considérables à trouver une clientèle intéressée et n'ont aucun partenaire financier, soit du fait de la localisation très rurale pour l'une ou du procédé qui ne convainc pas les clients, pour la seconde. L'entreprise du type 4 n'a pas les mêmes difficultés, elle a pu trouver des partenaires et commencer à constituer une clientèle.

Conclusion

Malgré un environnement économique favorable (marché de l'énergie et des amendements agricoles porteurs), la plupart des entreprises

émergentes dans le domaine des biodéchets urbains rencontrent des difficultés pour constituer une clientèle prête à payer le service de collecte et valorisation et dépendent encore du financement public pour leurs investissements. La réglementation sur la collecte séparée des biodéchets entraîne une augmentation de la demande pour ces services, mais devrait également renforcer la concurrence.

Seules trois familles de procédés (compostage, lombricompostage et méthanisation) sont représentées dans notre étude. D'autres procédés de transformation de la biomasse existent mais sont encore en phase de développement.

Ce projet a reçu le soutien financier de INRAE dans le cadre du Métaprogramme BETTER (Bioéconomie pour les territoires urbains).

Pour en savoir plus :

Costa S., Donner M., Duquennois C. et Savary V. (2024). Biological valorization of urban solid biowaste: A study among circular bioeconomy start-ups in France. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 39, 101545.

Donner M., Gohier R. et de Vries H. (2020). A new circular business model typology for creating value from agro-waste. *Science of the Total Environment*, 716.

Donner M. et de Vries H. (2021). How to innovate business models for a circular bioeconomy? *Business Strategy and the Environment*, 30(4), 1932-1947.

European Environment Agency (2020). Bio-waste in Europe – Turning Challenges into Opportunities. European Environment Agency Report.

Eurostat (2023). Municipal waste statistics, retrieved at https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics#Municipal_waste_treatment

Kaza S., Yao L. C., Bhada-Tata P. et Van Woerden F. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development Collection. World Bank, Washington DC.

Makan A. et Fadili A. (2020). Sustainability assessment of large-scale composting technologies using PROMETHEE method. *Journal of Cleaner Production*, 261, 121244.