

SYNTHESE / EXTENDED ABSTRACT
FRANÇAIS / ENGLISH

**OPTIONS TECHNOLOGIQUES DE VALORISATION DES
BIODECHETS COLLECTES EN TERRITOIRES URBAINS
RETOURS EUROPEENS**

***TECHNOLOGICAL OPTIONS FOR THE RECOVERY OF
BIOWASTE COLLECTED IN URBAN AREAS
AN OVERVIEW OF EUROPEAN EXPERIENCES***

mai 2022

M.-A. MARCOUX, M. RONDEL, J. TILBIAN, C. VIEILLE-CESSAY – ECOGEOS



Créée à l'initiative du Ministère en charge de l'Environnement, l'association RECORD est depuis 1989, le catalyseur d'une coopération entre industriels, institutionnels et chercheurs.

Acteur reconnu de la recherche appliquée dans le domaine des déchets, des sols pollués et de l'utilisation efficace des ressources, RECORD a comme objectif principal le financement et la réalisation d'études et de recherches dans une perspective d'économie circulaire.

Les membres de ce réseau (groupes industriels et institutionnels) définissent collégalement des programmes d'études et de recherche adaptés à leurs besoins. Ces programmes sont ensuite confiés à des laboratoires publics ou privés.

Avertissement :

Les rapports ont été établis au vu des données scientifiques et techniques et d'un cadre réglementaire et normatif en vigueur à la date de l'édition des documents.

Ces documents comprennent des propositions ou des recommandations qui n'engagent que leurs auteurs. Sauf mention contraire, ils n'ont pas vocation à représenter l'avis des membres de RECORD.

- ✓ Pour toute reprise d'informations contenues dans ce document, l'utilisateur aura l'obligation de citer le rapport sous la référence :
RECORD, Options technologiques de valorisation des biodéchets collectés en territoires urbains – Retours européens, 2022, 216 p, n°20-0421/1A
- ✓ Ces travaux ont reçu le soutien de l'ADEME (Agence de la transition écologique)
www.ademe.fr

© RECORD, 2022

RESUME

La présente étude évalue les options technologiques de valorisation des biodéchets produits sur des territoires à typologie urbaine. Elle repose sur un benchmark à l'échelle européenne de différentes métropoles ayant mis en place des collectes de biodéchets en vue de leur valorisation.

Les retours d'expériences indiquent globalement que la méthanisation des déchets alimentaires est favorisée à cette échelle urbaine. Le compostage reste toutefois possible sous certaines conditions, et représente une solution relativement simple, à faible coût d'investissement et de fonctionnement. Concernant la méthanisation, différents choix de procédés existent, qui dépendent et/ou impactent les intrants et sortants. Leur sélection repose sur des critères à la fois techniques, organisationnels et socio-économiques. De manière générale, l'étude identifie les facteurs clés définissant les stratégies à l'échelle d'une collectivité. Chaque stratégie résulte des incitations politiques et financières nationales, mais aussi des conditions locales (gisement, exutoires, vellétés politiques des acteurs, historique, etc.). Par ailleurs, les stratégies ne sont pas figées et leur évolution et adaptabilité représentent un enjeu pour la pérennité et la performance d'une installation dans le temps. Alors que l'étude a bien identifié les facteurs de réussite et points bloquants pour chaque retour d'expérience, correspondant chacun à une configuration particulière, des données économiques manquent pour évaluer la rentabilité et les performances des différentes filières.

MOTS CLES

Biodéchet, tri à la source, déchet alimentaire, valorisation, métropoles, méthanisation, compostage, Copenhague, Liège, Genève, Uppsala, Bristol, Lorient, biogaz, compost, digestat.

SUMMARY

This study evaluates the technological options for the recycling of biowaste produced in urban areas. It is based on a European benchmark of different cities that have set up biowaste collection for valorization.

The feedback indicates that methanization of food waste is the process favoured at this urban scale. However, composting represents a simpler solution, with low investment and operating costs, and is relevant in certain conditions. Concerning anaerobic digestion, different alternative processes exist, depending on available inputs and desired outputs and impacts. Their selection is based on technical, organizational and socio-economic criteria. The study identifies the key factors defining strategies at the community level. Each strategy is the result of both national political and financial incentives, but also of local conditions (resources, outflows, political will of the actors, history, etc.). Moreover, strategies are not fixed and their evolution and adaptability represent a challenge for the sustainability and performance of a facility over time. While the study has clearly identified the success factors and blocking points for each experience feedback, each corresponding to a particular configuration, economic data are missing to evaluate the profitability and performance of the different systems.

KEY WORDS

Biowaste, source separation of waste, food waste, recycling, urban areas, methanization, composting, circular economy, Copenhagen, Liege, Geneva, Uppsala, Bristol, Lorient, biogas, compost, digestate.

Contexte et démarche de l'étude

Différentes lois ont introduit des objectifs et orientations structurantes pour les collectivités en matière de gestion des déchets. La loi AGEC du 10 février 2020, qui transpose les objectifs de la directive cadre européenne dans la loi française, impose en particulier la généralisation du tri à la source des biodéchets au 31 décembre 2023. Avec cette obligation, les collectivités françaises se doivent de relever différents défis, qu'il s'agisse de la mise en œuvre du tri à source sur leur territoire ou de l'identification de voies locales de valorisation. Les collectivités bénéficient à ce jour de peu de retours d'expérience en France sur les aspects de valorisation notamment.

RECORD propose avec cette étude un panorama européen des options technologiques disponibles pour la gestion des biodéchets collectés sur les territoires des grandes métropoles. L'étude concerne principalement l'étape de valorisation des biodéchets, toutefois, les choix antérieurs (éléments de collecte et dispositifs de gestion de proximité notamment) et leur impact sur les solutions de traitement mises en œuvre en fonction des solutions sélectionnées sont évalués.

Ce panorama a été réalisé sur la base d'un travail bibliographique et d'entretiens avec différents responsables techniques en charge des déchets au sein de ces villes : l'étude de 26 retours d'expérience a permis de dresser un panorama des filières de valorisation mises en œuvre sur ces territoires, puis une analyse plus détaillée de la stratégie technico-économique a été réalisée sur 6 villes représentatives des principales options de valorisation des biodéchets en milieu urbain.

Les biodéchets sont définis comme « les déchets non dangereux biodégradables de jardin ou de parc, les déchets alimentaires ou de cuisine provenant des ménages, des bureaux, des restaurants, du commerce de gros, des cantines, des traiteurs ou des magasins de vente au détail, ainsi que les déchets comparables provenant des usines de transformation de denrées alimentaires. »

Le tri à la source des biodéchets regroupe l'ensemble des opérations qui permettent de séparer ces biodéchets des autres déchets et de les conserver séparément, avec un « tri ayant lieu avant toute opération de collecte, ou avant toute opération de valorisation lorsque cette opération de valorisation est effectuée sur le site de production des déchets ». Il s'agit des solutions de compostage de proximité (compostage individuel ou partagé) et de collecte séparée (en porte-à-porte ou en point d'apport volontaire). Ces deux approches sont complémentaires et offrent des solutions adaptées, en fonction des typologies d'usagers à desservir, de la typologie d'habitat, des solutions existantes ou encore des exutoires disponibles. Dans le cas particulier des territoires urbains, la gestion de proximité peut présenter certaines limites et la collecte des biodéchets et notamment des déchets alimentaires peut représenter une solution particulièrement pertinente.

Les enjeux reposent principalement sur le tri et la valorisation des déchets alimentaires, ainsi, les retours d'expérience ciblent *a minima* ces déchets. L'articulation avec les autres types de déchets, et notamment les déchets verts est toutefois évaluée. De même, l'approche concerne prioritairement les déchets ménagers et assimilés, mais les typologies de déchets acceptés dans la ou les filières de traitement sont évalués, ainsi que l'impact de la prise en charge de ces différents déchets.

Les zones urbaines considérées sont les métropoles de plus de 100 000 habitants et les territoires urbains et péri-urbains associés.

Context and study's approach

Various laws have introduced structuring objectives and guidelines for local authorities in terms of waste management. The AGEC law ("loi Anti-Gaspillage et de l'économie circulaire" or "Anti-waste and circular economy law") of February 10, 2020, which transposes the objectives of the European framework directive into French law, requires in particular the generalization of sorting at source of bio-waste by December 31, 2023. With this obligation, French local authorities must take up various challenges, whether it is the implementation of source separation on their territory or the identification of local recovery methods. To date, local authorities have little experience in France, particularly with regard to recovery.

With this study, RECORD proposes a European overview of the technological options available for the management of bio-waste collected in large urban territories. The study mainly concerns the biowaste recovery stage, however, the previous choices (collection elements and proximity management systems in particular) and their impact on the treatment solutions implemented according to the selected solutions are evaluated.

This overview has been carried out on the basis of a bibliographic work and interviews with different technical managers in charge of waste in different European cities: the study of 26 cities allowed to draw up an overview of the recovery systems implemented in these territories, then a more detailed analysis of the technical-economic strategy has been carried out on 6 cities representing the main options of recovery of biowaste in urban environment.

Biowaste is defined as "non-hazardous biodegradable garden or park waste, food or kitchen waste from households, offices, restaurants, wholesale trade, canteens, caterers or retail stores, and comparable waste from food processing plants."

Source separation of biowaste includes all operations that separate this biowaste from other waste and keep it separate, with a "sorting taking place before any collection operation, or before any recovery operation when this recovery operation is carried out on the site of waste production". This includes local composting solutions (individual or shared composting) and separate collection (door-to-door or at voluntary drop-off points). These two approaches are complementary and offer adapted solutions, depending on the type of users to be served, the type of habitat, the existing solutions or the available outlets. In the specific case of urban areas, local solutions may have certain limitations and the collection of bio-waste, and particularly food waste, may be particularly relevant.

The main source of concern is the sorting and recovery of food waste, so this study targets this biomass specifically. The articulation with other types of waste, and in particular green waste, is however evaluated. In the same way, the approach concerns primarily household and similar waste, but the variety of waste accepted in the treatment processes is evaluated, as well as the articulation between the management of these different wastes.

The urban areas considered are metropolises with more than 100,000 inhabitants and include the associated urban and peri-urban territories.

Les enjeux liés à la valorisation des biodéchets en territoires urbains

La prise en compte de la hiérarchie de traitement : de la prévention à la valorisation

La directive cadre sur les déchets de 2008 a instauré la hiérarchie de gestion des déchets. Celle-ci indique que la prévention est à privilégier et que le recours à l'élimination sans valorisation est à éviter autant que possible.

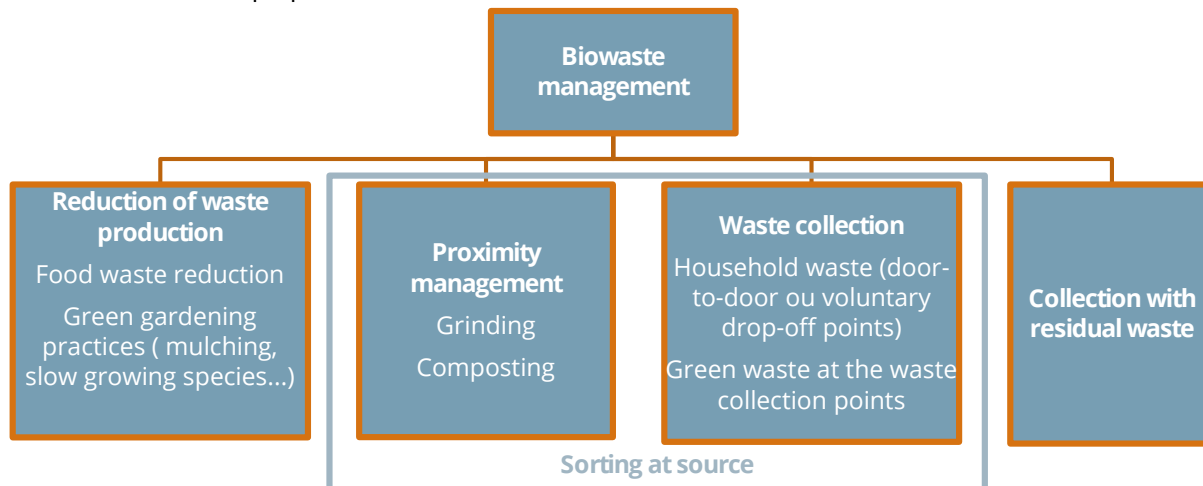


Figure 1 : Modes de gestion des biodéchets (RECORD, 2022)
Figure 1: Biowaste management options (RECORD, 2022)

La création d'unités de valorisation organique (méthanisation, de compostage ou autre) doit donc être planifiée en tenant compte de cette hiérarchie, et notamment en anticipant les évolutions liées à une meilleure prévention. Les unités de valorisation doivent fonctionner au maximum de leur capacité pour des raisons économiques et techniques. En effet, les apports d'intrants doivent être réguliers, notamment en méthanisation. En outre, le traitement de proximité doit être privilégié, pour favoriser le retour au sol au niveau local et limiter le transport de ces déchets. Le compostage de proximité ainsi que les projets de valorisation territoriaux ou locaux sont donc également à favoriser.

Les enjeux sanitaires de la valorisation des biodéchets

En vertu de la réglementation européenne (CE n°1069/2009), les déchets alimentaires produits par les ménages sont des déchets de cuisine et de table (DCT), et sont considérés comme des sous-produits animaux de catégorie 3 (SPAN C3). Lorsque plusieurs catégories de SPAN sont collectées en mélange, la catégorie la plus à risque s'applique à l'ensemble du flux, et les biodéchets collectés par les collectivités sont de fait considérés selon cette catégorie, pour laquelle la réglementation sanitaire européenne fixe les conditions de collecte et de traitement.

Concernant le traitement, la réglementation européenne (CE n°142/2011) stipule que :

- Seules les unités disposant d'un agrément sanitaire sont autorisées à recevoir et traiter des SPAN.
- Seules deux filières de valorisation sont autorisées : le compostage dans une unité agréée ou par dérogation le compostage de proximité, la méthanisation dans une installation agréée.
- L'hygiénisation est indispensable lors de la valorisation pour assurer la destruction des pathogènes et garantir l'innocuité des composts et digestats produits. Pour cela, la réglementation sanitaire impose un broyage préalable des

What is at stake in the recovery of bio-waste in urban areas?

Treatment hierarchy: from prevention to recovery

The 2008 framework directive on waste introduced the waste management hierarchy. This indicates that prevention is to be favored and that recourse to disposal without recovery is to be avoided as much as possible.

The creation of organic recovery units (methanization, composting or other) must therefore be planned taking into account this hierarchy, and in particular by anticipating the developments linked to better prevention. For economic and technical reasons, recovery units must operate at maximum capacity. Indeed, the input must be regular, especially in methanization. In addition, local treatment must be favored, to encourage the return to the soil at the local level and limit the transport of the waste. Local composting as well as territorial or local recovery projects are therefore also to be encouraged.

The sanitary implications of biowaste recovery

According to the European regulation (EC n°1069/2009), household biowaste (such as kitchen and table waste) is considered as category 3 animal by-products (ABP). When several categories of ABP are collected in mixture, the riskiest category applies to the whole flow, and the bio-waste collected by the communities are in fact considered according to this category, for which the European sanitary regulation imposes the conditions of collection and treatment.

- The European regulation (EC n°142/2011) stipulates that
- The treatment units must ask for a sanitary approval to receive and treat ABP.
 - Household biowaste have only two alternative treatment processes: composting and anaerobic digestion.
 - Household waste present sanitary risk, and an hygienization stage is compulsory, to ensure the destruction of pathogens and guarantee the harmlessness of the composts and digestates. Sanitary regulation imposes a preliminary crushing of the inputs, then a rise in temperature to 70°C during minimum 1 hour.

intrants, puis une montée en température à 70°C pendant minimum 1 h.

En compostage, la montée en température du procédé est suffisante pour qu'une hygiénisation préalable des intrants ne soit pas nécessaire, sous réserve que le procédé permette bien l'atteinte des paramètres d'hygiénisation requis.

La méthanisation est un procédé où la montée en température est assez faible, donc pas suffisamment assainissant pour garantir une hygiénisation des matières traitées. Une hygiénisation préalable est donc obligatoire.

Il est à noter que la variété des transpositions nationales de la réglementation européenne, ainsi que l'existence de dérogations à ces règles générales contribuent à la diversité des dispositifs techniques autorisés.

Facteurs techniques de choix d'une stratégie de valorisation

La stratégie de valorisation des biodéchets mise en place à l'échelle d'une ville est déterminée selon 4 facteurs principaux :

- Le **mode de gestion du service** : la collectivité peut choisir d'être moteur du développement du projet, accompagnatrice ou encore observatrice sans rôle actif. Elle doit ainsi déterminer le mode de gouvernance pour le projet et son niveau d'implication ;
- Le **mode de valorisation** : il s'agit de choisir le procédé et la façon de valoriser les produits issus du traitement (composts, digestats et biogaz notamment) ;
- En lien avec le mode de valorisation choisi, se pose également la question de la **quantité** (gisement attendu et évolution de ce gisement dans le temps) et du **type de déchets** qui seront acceptés sur la future unité de traitement (déchets alimentaires seuls, déchets verts, déchets des ménages seuls et/ou de professionnels, sacs acceptés ou non et type de sacs acceptés, etc.).
- Le **dimensionnement de l'unité de valorisation** est un facteur déterminant pour l'élaboration d'une stratégie (extension d'une unité existante, création d'une unité dédiée ou territoriale, création de plusieurs installations satellitaires, etc.). Cela rejoint la question de l'existence d'exutoires locaux et des besoins pour les produits de la valorisation. En milieu urbain, un gisement conséquent peut justifier de la création d'une installation.

During composting, the temperature rise during the process is sufficient to avoid the need for prior sanitization of the inputs, provided that the process allows the required sanitization parameters to be reached.

Methanization is a process where the temperature rise is quite low, and therefore not sufficiently sanitizing to guarantee hygienization of the treated materials. A preliminary hygienization is thus compulsory.

It should be noted that the variety of national transpositions of European regulations, as well as the existence of exemptions to these general rules, contribute to the diversity of authorized technical devices.

Technical factors for choosing a valuation strategy

The biowaste recovery strategy implemented at the city level is determined by 4 main factors:

- *The way the service is **managed**: the local authority can choose to be the driving force behind the development of the project, a facilitator or an observer with no active role. It must therefore determine the mode of governance for the project and its level of involvement;*
- *The method of **recovery**: it is a matter of choosing the process and the way of valorizing the products resulting from the treatment (composts, digestates and biogas in particular);*
- *In connection with the chosen method of recovery, there is also the question of the **quantity** (expected waste stream and its evolution over time) and the type of waste that will be accepted at the future treatment unit (food waste alone, green waste, waste from households alone and/or from professionals, bags accepted or not and type of bags accepted, etc.);*
- *The **sizing** of the recovery unit is a determining factor in the development of a strategy (extension of an existing unit, creation of a dedicated or territorial unit, creation of several satellite facilities, etc.). This brings us to the question of the existence of local outlets and the local needs for the products generated. In urban areas, a significant amount of waste can justify the creation of a new facility.*

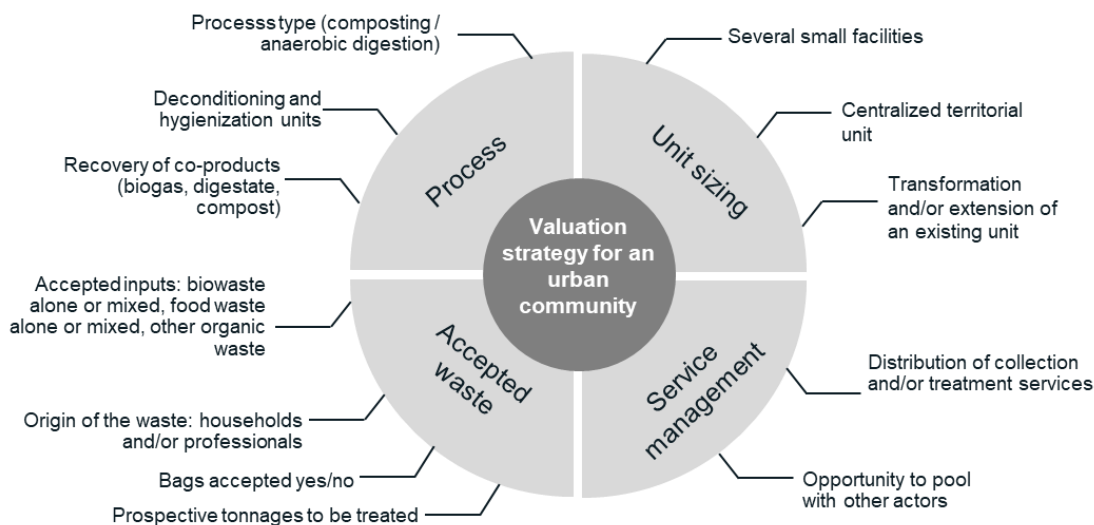


Figure 2 : Facteurs techniques de choix d'une stratégie de valorisation des biodéchets à l'échelle d'une collectivité urbaine (RECORD, 2022)

Figure 2: Technical factors for choosing a biowaste recovery strategy for an urban community (RECORD, 2022)

Outre ces facteurs techniques, d'autres facteurs peuvent aiguiller ou motiver le choix des collectivités :

- **Facteurs politiques** : les incitations nationales (financières essentiellement) impactent de façon notable le choix d'une filière, mais également le choix du mode de valorisation des produits de la valorisation. Les enjeux croissants autour de la problématique du mix énergétique et du souhait grandissant de réduire la dépendance des pays aux énergies fossiles importées, favorisent la progression des mesures incitatives en faveur de la méthanisation. Au-delà des enjeux nationaux, les collectivités présentent par ailleurs des volontés ou des engagements plus ou moins forts.
- **Facteurs historiques** locaux et opportunités : une collectivité peut être influencée par ses propres retours d'expériences ou par ceux des agglomérations voisines. En fonction des opportunités, le choix peut être fait de capitaliser des installations existantes, de transformer des outils existants ou de profiter de la présence de prestataires locaux.
- **Facteurs économiques** : la recherche de viabilité économique du projet guide les orientations prises. Le compostage est une filière relativement simple et peu coûteuse à mettre en place, mais présentant une faible rentabilité. La méthanisation apporte davantage de recettes avec la vente d'énergie mais nécessite des coûts d'investissement plus importants. La recherche d'économie d'échelle, en mutualisant les installations avec d'autres collectivités ou en limitant le nombre de prestataires répond également aux motivations économiques.

In addition to these technical factors, other factors can guide or motivate choices made by local authorities:

- **Political factors**: national incentives (mainly financial) have a significant impact on the choice of a technology, but also on the choice of the valorization method for the products of recovery. The growing stakes in terms of the energy mix and the increasing desire to reduce the dependence of countries on imported fossil fuels encourage the development of incentives for methanization. Beyond the national stakes, the local authorities also present more or less strong wills or commitments.
- Local **historical factors** and opportunities: a local authority may be influenced by its own experience or that of neighboring towns. Depending on the opportunities, the choice may be made to capitalize on existing facilities, to transform existing tools or to take advantage of the presence of local service providers.
- **Economic factors**: the choices are guided by the search for economic viability. Composting is a relatively simple and inexpensive process to set up, but it is not very profitable. Methanization brings in more revenue through the sale of energy but requires higher investment costs. Cost reduction could rely on economies of scale, for example through pooling facilities with other authorities or by limiting the number of service providers.



Figure 3 : Facteurs socio-économiques et politiques de choix d'une stratégie de valorisation des biodéchets à l'échelle d'une collectivité urbaine (RECORD, 2022)

Figure 3: Socio-economic and political factors in choosing a biowaste recovery strategy for an urban community (RECORD, 2022)

Quelles solutions mises en place ?

Les modalités de gestion

La collectivité peut choisir de gérer publiquement (régie) ses biodéchets ou faire le choix d'un opérateur privé via un marché d'exploitation ou une délégation de service public. Ce choix peut concerner tout ou partie du processus (collecte, traitement, gestion des exutoires). Ceci influence les performances du dispositif.

La maîtrise de l'ensemble des étapes par la collectivité permet d'imposer des consignes de tri cohérentes avec les besoins du traitement. A l'inverse, le fait d'avoir une collecte et un traitement gérés par deux entités différentes peut entraîner des problématiques de qualité des déchets à traiter. Par ailleurs, dans le cas où le traitement n'est pas géré en interne, la collectivité ne dispose que de peu d'éléments sur le process, la qualité des co-produits et les exutoires. Lorsque la collecte et le traitement sont externalisés, la collectivité se positionne comme un maître d'ouvrage qui doit malgré tout s'intéresser au process car les erreurs de tri et une quantité trop importante de refus entraîneront des coûts de traitement supplémentaires.

What diversity of technical solutions can be found?

Management methods

The local authority can choose to manage its bio-waste by itself or choose a private operator via an operating contract or a public service delegation. This choice can concern all or part of the process (collection, treatment, management of outlets). This influences the performance of the system.

The control of all the different stages of the process by the local authority enables to impose waste sorting instructions that are consistent with the needs of the treatment. Conversely, the fact that collection and processing are managed by two different entities can lead to problems with the quality of the waste to be processed. In addition, when treatment is not managed internally, the local authority has little information on the process, the quality of the co-products and the outlets. When collection and treatment are outsourced, the local authority is positioned as a project owner who must nevertheless take an interest in the process because sorting errors and too many refusals will lead to additional treatment costs.



Figure 4 : Points de vigilance liés aux différentes approches du mode de gestion (RECORD, 2022)

Figure 4: Points of concern related to the different management approaches (RECORD, 2022)

Le procédé de valorisation

La méthanisation est le mode de valorisation le plus largement mis en place par les métropoles étudiées. En effet, 22 ont recours à ce type de process, deux métropoles combinent le compostage et la méthanisation et une seule (Manchester) pratique le compostage des déchets alimentaires. Lübeck (Allemagne) composte la fraction supérieure à 30 mm des biodéchets (correspondant principalement aux déchets verts) et la métropole de Barcelone composte ou méthanise les biodéchets en fonction de la provenance des biodéchets. A Manchester, un projet de méthanisation est en cours.

Cela témoigne d'un réel engouement pour la méthanisation dans les milieux urbains. Malgré la simplicité du procédé de compostage, les faibles coûts et la possibilité d'adapter relativement facilement une filière de compostage de déchets verts existante par l'introduction de biodéchets, la méthanisation semble privilégiée. Cette préférence est principalement en lien avec les incitations financières et les volontés politiques à différents échelons (local, régional, national).

The recovery process

Methanization is the most widely used recovery method in the cities studied. Twenty-two cities use this type of process, two combine composting and anaerobic digestion and only one (Manchester) uses composting of food waste. Lübeck (Germany) composts the >30 mm fraction of bio-waste (mainly green waste) and Barcelona composts or digest bio-waste depending on the source. In Manchester, a methanization project is underway.

This shows a real enthusiasm for methanization in urban environments. Despite the simplicity of the composting process, the low costs and the possibility of adapting an existing green waste composting process relatively easily by introducing biowaste, methanization seems to be preferred. This preference is mainly related to financial incentives and political will at different levels (local, regional, national).

La valorisation des co-produits

Le choix du procédé se poursuit par le choix de la valorisation des co-produits : compost d'une part, et digestat et/ou compost et éventuellement biogaz d'autre part.

En termes de valorisation matière, différents modes de valorisation du digestat existent :

- Compost solide, éventuellement vendu comme un produit commercial et épandu ;
- Digestat liquide en épandage direct ;
- Digestat solide (après séchage ou après séparation de la phase aqueuse) ;
- Digestat composté et épandu.

Dans le cas du compostage (simple ou après méthanisation), l'étape d'hygiénisation des intrants n'est pas nécessaire. Toutefois, la production de compost peut nécessiter des étapes de séchage ou de structuration avec des déchets verts.

Les modalités de valorisation de ces biomasses dépendent de leur qualité et des partenariats locaux avec les agriculteurs : par exemple, à Uppsala (digestat liquide) comme à Genève (digestat composté), le digestat est distribué gratuitement ; à l'inverse, à Copenhague ou Bristol (digestat liquide et/ou solide) comme à Liège (digestat composté) le digestat présente une valeur marchande. La qualité est le principal atout pour favoriser la vente et les retours d'expériences qui fonctionnent ont soit mis en place une certification qualité, soit travaillé en concertation avec les agriculteurs pour communiquer sur la qualité et sécuriser les exutoires.

Pour être considéré comme un amendement organique, le compost doit répondre à la norme NF U 44-051, qui implique notamment des contraintes en termes de taux de matière sèche, de présence d'éléments et de composés trace. Un criblage peut s'avérer nécessaire pour séparer la biomasse valorisable. L'utilisation en agriculture biologique implique des contraintes supplémentaires.

En ce qui concerne la valorisation énergétique, il existe une multiplicité d'usages du biogaz : chaleur, électricité, injection réseau et carburant. Actuellement, le biogaz est principalement valorisé en électricité et en chaleur. L'électricité est soit utilisée sur site pour les besoins énergétiques des installations (9 métropoles), soit injectée dans le réseau (10 métropoles). Seize métropoles valorisent le biogaz en chaleur dont la moitié pour l'utiliser pour les besoins internes (chauffer les digesteurs) et l'autre moitié pour l'injecter sur le réseau. Le biogaz est également valorisé en biocarburant par 8 métropoles dont 5 situées dans les pays nordiques. Ce mode de valorisation est notamment un bon vecteur de communication pour inciter les usagers au tri (campagnes sur les bus de ville, par exemple). L'injection de biométhane dans les réseaux est réalisée à ce jour par 5 métropoles, mais en voie de développement. En effet, elle peut faire l'objet de tarifs avantageux ou de garantie d'origine et ainsi représenter un avantage économique, dans la mesure où les infrastructures pour sa distribution existent.

Le rendement des différentes filières peut également être impacté par les conditions de stockage des biodéchets. En effet les biodéchets sont fortement fermentescibles et doivent être stockés dans des conditions qui limitent les pertes de matière et de potentiel méthanogène.

Le dimensionnement d'une unité

La localisation de l'installation est un premier facteur qui peut contraindre le dimensionnement de l'unité. En milieu urbain,

The valorization of co-products

The choice of the process is followed by the choice of the valorization of the co-products: compost digestate (and biogas in the last case).

Different modes of valorization do exist:

- *Solid compost, possibly sold as a commercial product and spread on agricultural land;*
- *Liquid digestate directly spread;*
- *Solid digestate (after drying or after separation of the aqueous phase);*
- *Composted digestate spread on agricultural land.*

In the case of composting (simple or after anaerobic digestion), the hygienization step of the inputs is not necessary. However, composting may require drying or structuring steps with green waste.

The way in which these biomasses are valorized depends on their quality and on local partnerships with farmers: for example, in Uppsala (liquid digestate) as in Geneva (composted digestate), the digestate is distributed free of charge; conversely, in Copenhague or Bristol (liquid and/or solid digestate) as in Liège (composted digestate), the digestate has a market value. Quality is the main asset to promote sales and the units with the best results have either set up a quality certification or worked in consultation with farmers to communicate on quality and secure outlets.

To be considered as an organic amendment in France, the compost must meet the NF U 44-051 standard, which implies constraints in terms of dry matter rate, presence of elements and trace compounds. A screening is necessary: not all the biomass produced can be used. The use in organic agriculture implies additional constraints.

As far as energy recovery is concerned, there is a multiplicity of uses for biogas: heat, electricity, network injection and fuel. Currently, biogas is mainly used for electricity and heat. Electricity is either used on site for the energy needs of the installations (9 cities) or injected into the network (10 cities). Sixteen urban areas convert biogas into heat, half of which is used for internal needs (heating the digesters) and the other half is injected into the network. Biogas is also used as biofuel by 8 cities, 5 of which are located in the Nordic countries. This method of recovery is a good communication tool to encourage users to sort waste (campaigns on city buses, for example). The injection of biomethane into the networks is carried out to date by 5 cities, but is in the process of development. Indeed, it can be the subject of advantageous tariffs or guarantee of origin and thus represent an economic advantage, insofar as the infrastructures for its distribution exist.

The efficiency of the different processes can also be impacted by the storage conditions of biowaste, as biowaste is highly fermentable and must be stored in conditions that limit the loss of material and methanogenic potential.

The sizing of a unit

The location of the installation is a first factor that can constrain the size of the unit. In urban areas, the available surface area may be limited. In addition, it is important not to move too far away from the collection sites in order to

la surface disponible peut en effet être limitée. Par ailleurs, il convient de ne pas s'éloigner trop des lieux de collecte pour limiter les coûts et l'empreinte carbone du transport des déchets et garder une certaine proximité avec les voies de valorisation (notamment pour l'injection de biométhane et l'utilisation de bioGNV par des bus de ville par exemple. La proximité permet également de mettre en avant la circularité du procédé auprès des habitants.

Il existe une notion de taille critique, qui est plus prononcée pour la méthanisation que pour le compostage. Pour le compostage des déchets alimentaires, il est préconisé de mettre en œuvre des solutions de compostage plus maîtrisées avec a minima une étape de fermentation en modules indépendants avec aération en ventilation forcée couverte voir désodorisée.

Parmi les retours d'expériences identifiés en méthanisation, il s'agit généralement d'unités de traitement uniques qui traitent plus de 10 000 tonnes de déchets par an. Il est cependant envisageable de s'appuyer sur des petites unités de traitement en local. Il est aussi possible de massifier les flux pour alimenter de plus grandes unités, mais cela implique d'augmenter le transport des déchets.

Dans tous les cas, les tonnages réceptionnés doivent être bien anticipés, afin de prévoir de faire évoluer à la hausse les capacités de traitement ou de stockage, sans surdimensionner l'installation. Des augmentations de quantités à traiter ont en effet été rapportées, soit en cas d'acceptation de nouveaux flux (collectivités voisines se greffant à l'unité ou diversification des intrants), soit en cas d'amélioration des performances de tri des usagers. Enfin, la capacité de stockage amont est un paramètre important à dimensionner permettant notamment d'anticiper des pannes sur l'unité.

Ceci peut passer par le dimensionnement de procédés avec un design modulable (par exemple des cuves hautes avec volume utile remplies en gaz initialement) ou par la prévision de foncier disponible.

Dans le cas d'adaptation d'unités existantes pour réceptionner déchets alimentaires urbains, au-delà du dimensionnement, il est nécessaire de pouvoir inclure certaines étapes de process et notamment le déconditionnement et l'hygiénisation.

Les déchets réceptionnés

Les déchets réceptionnés par les installations de traitement des biodéchets soulèvent trois questions : les consignes de tri aux usagers (et en particulier le conditionnement des biodéchets), le mélange de différents intrants au niveau de l'unité de traitement et les quantités réceptionnées.

L'ajout de structurant (déchets verts) est indispensable au compostage des déchets alimentaires.

Pour la méthanisation, elle peut avoir lieu sur déchets alimentaires seuls, toutefois, il est recommandé de diversifier les flux intrants, de façon à atteindre des volumes suffisants permettant de garantir une certaine rentabilité, à sécuriser les apports en matière organique et optimiser le pouvoir méthanogène d'une part et la qualité des digestats d'autre part.

Dans les consignes données aux usagers, outre les déchets alimentaires, certaines villes acceptent d'autres types de déchets dont les déchets verts, mais en quantités limitées et certains textiles sanitaires (essuie tout, serviettes en papier...) pour apporter une part carbonée.

En termes de conditionnement, l'utilisation de sacs de pré collecte présente un impact majeur sur la communication (facilitation du geste de tri), les pré-traitements nécessaires (déconditionnement, broyage, tri aéroulque, etc.), la qualité des produits issus de la valorisation (compost et digestat).

limit the costs and carbon footprint of waste transportation and to maintain a certain proximity to the recovery routes (particularly for biomethane injection and the use of bioNGV by city buses, for example). The proximity also allows to highlight the circularity of the process.

There is a notion of critical size, which is more significant for methanization than for composting. For the composting of food waste, it is recommended to implement more controlled composting solutions with at least one fermentation stage in independent modules with aeration in covered or deodorized forced ventilation.

Among the experiences identified in anaerobic digestion, these are generally single treatment units that treat more than 10,000 tons of waste per year. However, it is possible to rely on small local treatment units. It is also possible to massify the flows to supply larger units, but this implies increasing the transport of waste.

In all cases, the tonnages received must be well anticipated, in order to plan for an increase in treatment or storage capacity, without oversizing the facility. Increases in the quantities to be treated have been reported, either in the event of acceptance of new flows (neighboring communities joining the unit or diversification of inputs), or in the event of an improvement in the quantities collected from users. Finally, the upstream storage capacity is an important parameter to be sized in order to anticipate breakdowns on the unit.

This can be done by sizing processes with a modular design (e.g. high tanks with a useful volume initially filled with gas) and by forecasting the available land.

In the case of adaptation of existing units to receive urban food waste, beyond the sizing, it is necessary to be able to include certain stages of process and in particular the deconditioning and the hygienization.

Waste received

The waste received by bio-waste treatment facilities raises three issues: the sorting instructions to users (and in particular the packaging of bio-waste), the mixing of different inputs at the treatment unit and the quantities received.

The addition of structuring material (green waste) is essential for the composting of food waste.

However, it is recommended to diversify the input flows, in order to reach sufficient volumes to guarantee a certain profitability, to secure the organic matter inputs and to optimize the methanogenic power on the one hand and the quality of the digestates on the other hand.

In the instructions given to users, in addition to food waste (meat and non-meat), some cities accept other types of waste within the bio-waste collections, including green waste, but in limited quantities, and certain sanitary textiles to provide a carbon component.

In terms of packaging, the use of pre-collection bags has a major impact on communication (facilitating the sorting gesture), the necessary pre-treatments (deconditioning, shredding, air sorting, etc.), the quality of the products resulting from the recovery (compost and digestate).

Different choices are thus possible

- *Accept all plastic bags, including non-biodegradable ones, to facilitate the sorting process as much as possible;*

Plusieurs choix sont ainsi opérés :

- Accepter tous les sacs plastiques y compris non biodégradables pour faciliter au maximum le geste de tri ;
- Accepter les sacs biodégradables pour faciliter le geste de tri mais en limitant la présence de plastiques dans les produits de la valorisation ;
- Limiter les sacs plastiques biodégradables autorisés à certains sacs : ceux distribués par la ville, ceux présentant une certification ;
- Interdire les sacs plastiques y compris biodégradables et n'autoriser que les sacs en papier pour mettre l'accent sur la qualité des produits de la valorisation.

Leur utilisation rend nécessaire un prétraitement (déconditionneur, broyage, etc.) ou l'ajout d'étapes de traitement (retournement pour le compostage par exemple) ou de tri amont ou aval (tri aérouique). Ces solutions n'offrent pas toujours pleinement satisfaction, ce qui conduit certaines villes à renoncer à l'utilisation des sacs plastiques, biodégradables ou non.

Bilan et perspectives

Ce panorama des stratégies de valorisation des biodéchets urbains en Europe identifie les facteurs clés définissant les stratégies à l'échelle d'une collectivité.

Les retours d'expériences indiquent globalement que la méthanisation des déchets alimentaires est favorisée en particulier ces dernières années à cette échelle urbaine, principalement en lien avec les incitations financières et les volontés politiques à différents échelons.

Le compostage reste possible, mais nécessite des apports de structurants (déchets verts) et sous réserve de mettre en œuvre un procédé avec a minima une étape de fermentation en modules indépendants avec aération en ventilation forcée couverte voire désodorisée.

Concernant la méthanisation, différents choix de procédés existent, qui dépendent et/ou impactent les intrants et sortants. Leur sélection repose sur des critères à la fois techniques, organisationnels et socio-économiques. Alors que l'étude a bien identifié les facteurs de réussite et points bloquants pour chaque retour d'expérience, correspondant chacun à une configuration particulière, des données économiques manquent pour évaluer la rentabilité et les performances des différentes filières. Ces données sont en effet soit jugées « sensibles », notamment dans le cadre de projets en développement, soit peu disponibles pour les collectivités sur l'ensemble de la filière, quand le traitement est en prestation.

- *Accept biodegradable bags to facilitate the sorting process but limit the presence of plastics in the products of recovery;*
- *Limit authorized biodegradable plastic bags to certain bags: those distributed by the city, those with a certification;*
- *Prohibit plastic bags, including biodegradable ones, and authorize only paper bags to emphasize the quality of the recovery products.*

Their use requires pre-treatment (deconditioning, shredding, etc.) or the addition of treatment stages (turning for composting, for example) or upstream or downstream sorting (airborne sorting). These solutions are not always fully satisfactory, which leads some cities to give up the use of plastic bags, whether biodegradable or not.

Conclusions and prospects

This overview of urban biowaste recovery strategies in Europe identifies the key factors defining strategies at the local authority level.

The feedbacks indicate that the methanization of food waste is favored in particular these last years at the urban scale, mainly in connection with financial incentives and political wills at different levels.

Composting is still possible but requires structuring inputs (green waste) and on condition that at least one fermentation stage is done in independent modules with covered or deodorized forced ventilation.

Concerning anaerobic digestion, different process choices exist, which depend and/or impact the inputs and outputs. Their selection is based on technical, organizational and socio-economic criteria. While the study has identified the success factors and blocking points for each feedback, each corresponding to a particular configuration, economic data are lacking to assess the profitability and performance of the different processes. These data are either considered "sensitive", particularly in the context of projects under development, or are not readily available to local authorities for the entire process when the treatment is provided by a service provider.