

Guide opérationnel

Caractériser un gisement de déchets ménagers



Avril 2018

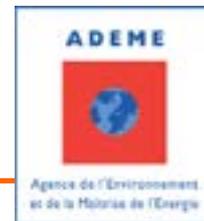
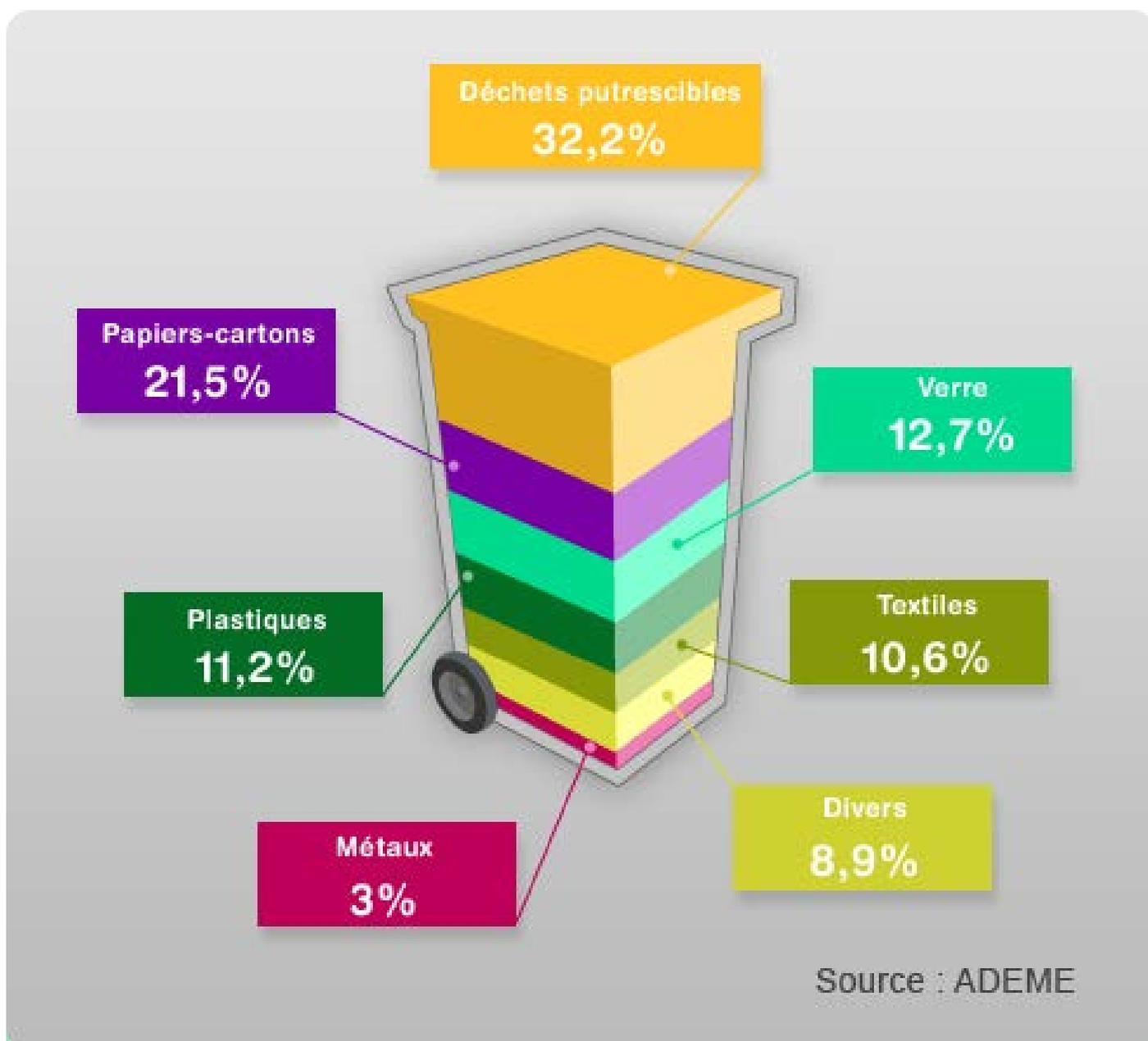


Table des matières

Introduction	3
Caractériser un gisement de déchets ménagers : pour quels objectifs ?	5
Caractériser un gisement de déchets ménagers : selon quelle méthode ?	5
Quelques recommandations préalables	6
Déterminer la composition des déchets	6
1. L'élaboration du protocole de mesure	7
2. L'organisation pratique de la campagne de mesures	13
3. La saisie des résultats	14
Déterminer la quantité de déchets produits	14
Caractériser un gisement de déchets ménagers : présenter et analyser les résultats	18
Conseils pour l'élaboration éventuelle d'un cahier des charges de consultation	18
Documents de référence	20

Introduction



Trop souvent, dans les diagnostics visant à améliorer la gestion des déchets, on néglige, la plupart du temps pour des raisons économiques ou simple méconnaissance, l'étape de caractérisation quantitative et qualitative (étude de la composition) du gisement, soit en prenant des données très approximatives, soit en prenant des données issues d'études menées sur d'autres territoires et à d'autres époques. Cela mène alors à des erreurs de dimensionnement pouvant être graves lorsqu'il s'agit d'investissements lourds.

Pour mémoire, plusieurs usines de compostage construites au Maghreb dans les années 80 n'ont jamais ou très peu fonctionné car leurs équipements n'étaient pas adaptés à la nature des dé-

chets traités. Cela peut se voir également dans certains pays comme la France où des usines de méthanisation peuvent mal fonctionner, des usines d'incinération être surdimensionnées. Il arrive aussi que le gisement de matière biodégradable, souvent très important en proportion dans les déchets ménagers des pays en développement, se trouve localement très faible du fait d'une valorisation d'une grande part de ces déchets en alimentation animale. Partir systématiquement, sans vérification, sur une voie de valorisation organique comme le compostage peut alors s'avérer être une erreur.

S'il s'agissait juste de collecter les déchets pour les mettre en décharge, sans se soucier de leur

impact, il ne serait pas nécessaire de déterminer leur composition. Heureusement, cette situation se rencontre de moins en moins souvent.

Gérer les déchets, cela veut dire organiser leur réduction à la source, leur pré-collecte, leur collecte, leur transport et leurs filières de traitement, valorisation puis mise en décharge. Cela nécessite des moyens matériels et humains la plupart du temps proportionnels à leur quantité (masse et volume) et à leur nature (composition). Pour déterminer de manière optimale les moyens nécessaires permettant d'atteindre les objectifs de gestion visés, il est indispensable d'avoir une connaissance fine du gisement concerné. Plus l'enjeu sera important (comme par exemple le dimensionnement d'une unité de valorisation), plus la précision devra être élevée.

De nombreux pays ont pris conscience de l'importance de disposer de méthodes fiables pour déterminer les caractéristiques des gisements de déchets ménagers. On peut s'en rendre compte au travers de la fiche Re-Sources « Caractérisation, gisement, tri » téléchargeable sur le site de la plateforme.

Les caractéristiques quantitatives et qualitatives des gisements de déchets ménagers peuvent énormément varier d'un pays à un autre, d'une région à une autre, d'une ville à une autre, d'un quartier à un autre, selon la période de l'année, le niveau socio-économique des habitants, le niveau dans la chaîne de gestion (habitation, poubelle dans la rue, benne d'apport volontaire, arrivée en décharge), ... Il n'est pas possible de se baser sur des données acquises en d'autres lieux, à d'autres époques, pour bâtir son propre plan de gestion de déchets.

C'est le croisement entre les données de composition et de quantités produites qui permet d'avancer en termes de scénarios de gestion et tout particulièrement de valorisation. En effet, s'il

s'agissait juste de collecter les déchets pour les mettre en décharge sans se soucier de leur impact, il ne serait pas nécessaire de déterminer leur composition. Heureusement, cette situation se rencontre de moins en moins souvent.

Caractériser un gisement de déchets ménagers n'est pas forcément synonyme d'opération lourde et coûteuse nécessitant l'intervention d'un bureau d'études de renommée internationale. Cela peut se faire avec des acteurs locaux préalablement formés, des moyens limités et sur une période assez courte.

Plus les acteurs potentiellement concernés par des résultats de caractérisation seront impliqués tôt, dès l'élaboration des objectifs et des protocoles, plus celle-ci aura des chances de répondre aux besoins de tous (collectivité, récupérateurs, entreprises privées de recyclage, ...), qui peuvent être différents. Et tant qu'à effectuer une campagne de caractérisation, autant que ses résultats servent le plus d'acteurs possible, ne serait-ce que pour permettre que le coût de sa mise en œuvre soit éventuellement partagé.

Caractériser un gisement de déchets nécessite d'utiliser des méthodologies garantissant la robustesse des résultats obtenus. Il ne s'agit pas de trier le contenu de quelques poubelles prélevées dans la rue, ni celui d'un camion complet, pour obtenir des résultats représentatifs de ce que l'on veut caractériser.

Il est très rare de trouver des résultats de caractérisation de gisements exploitables, pour peu qu'une caractérisation ait été faite. La plateforme Re-Sources a donc rédigé ce guide opérationnel pour aider les collectivités à réaliser ou faire réaliser des campagnes de caractérisation des déchets ménagers. Il donne les bases méthodologiques garantissant l'obtention de résultats pertinents au regard des objectifs visés. Par ailleurs, un module de la formation Re-Sources est consacré à la caractérisation des déchets.

Caractériser un gisement de déchets ménagers:

pour quels objectifs ?

La caractérisation n'est pas un objectif en soi. Les objectifs peuvent par contre être très variés. Selon l'enjeu qu'ils représentent, la précision des résultats sera plus ou moins importante.

Objectif de communication, de sensibilisation : **enjeu faible**

Objectif d'évaluation d'une action de réduction ou de tri à la source : **enjeu moyen**

Objectif de choix, de dimensionnement d'un maillon ou de toute la filière de gestion, d'élaboration d'un dossier crédits carbone : **enjeu élevé**

Il faut donc définir clairement dans un premier temps quels sont les objectifs visés, quels sont les enjeux, quel est le niveau de précision souhaité (simple ordre de grandeur, précision de $\pm 5\%$ sur les résultats ?). Dans certains cas, la conclusion pourra être qu'une campagne de caractérisation n'est pas forcément indispensable. Les données peuvent s'acquérir progressivement, à l'aide de bilans matière, si leur variabilité n'a pas trop de conséquences sur les moyens à mettre en place ou si ceux-ci peuvent facilement s'adapter.

La définition des objectifs inclue celle des limites du territoire concerné : un village, plusieurs villages, une agglomération, un territoire communal plus vaste, un département...

Cette phase doit être menée en étroite concertation avec les acteurs locaux intéressés afin que les résultats puissent être utiles au plus grand nombre. En fonction de la multiplicité des objectifs, des compromis et des priorités devront sans doute être établis. Ils ne devront pas nuire aux objectifs principaux visés. Si les objectifs sont ambitieux, les moyens à déployer risquent d'être supérieurs aux moyens disponibles. Il est donc important dès cette phase de rester réaliste ou de revenir sur celle-ci lorsqu'il sera établi en fin d'approche la nécessité de revoir les ambitions à la baisse.

Caractériser un gisement de déchets ménagers :

selon quelle méthode ?

Qui dit résultats fiables dit méthode correcte pour les obtenir. Nous allons aborder ici deux types de méthodes :

- l'un permettant de déterminer la composition des déchets (analyse qualitative) ;
- l'autre permettant d'évaluer les quantités générées (analyse quantitative).

La détermination de ces deux caractéristiques principales peut se faire de manière simultanée ou non. Il est préférable (moins compliqué, moins coûteux, même période de référence) de le faire en simultané si elles sont toutes deux recherchées.

Nous n'allons volontairement pas donner une seule et unique méthode mais les outils qui permettent d'en élaborer une, adaptée à son propre contexte.

Avant toute chose, il est important d'échanger avec les acteurs locaux afin de rassembler les données disponibles qui peuvent avoir une influence sur le choix de la méthode. Ces données portent principalement sur :

1. la connaissance des modalités de gestion des déchets : pré-collecte, collecte, transport, valorisation, mise en décharge ;
2. la connaissance préalable du gisement (résultat de précédentes caractérisations, suivi annuel des quantités collectées et mode de détermination de celles-ci) ;
3. la connaissance des facteurs d'influence sur les caractéristiques des déchets : saisons (consommation des fruits et légumes, pluviométrie, température), activité touristique, jours de marché, manifestations importantes, récupération informelle,...

C'est le croisement entre les objectifs de la caractérisation et l'analyse de l'existant qui permet d'effectuer les choix méthodologiques

Quelques recommandations préalables

1 Il est fortement recommandé que le pilotage de la campagne de caractérisation soit confié à un acteur préalablement formé et déjà aguerri à cette pratique. Cela peut être le cas au sein de certains bureaux d'études spécialisés, d'universités, d'ONG internationales. Vérifier les CV, les références d'études réalisées et demander une proposition détaillée permettra de s'assurer des compétences.

2 Même si les déchets ménagers sortent de nos cuisines, de nos salles de bains, de nos jardins, ce n'est pas pour autant qu'ils sont sans risque lorsqu'on les manipule. Des champignons et bactéries potentiellement pathogènes s'y développent rapidement, d'autant plus avec la chaleur et la durée de stockage, certains déchets peuvent être contaminés (déchets de soins comme les pansements, les aiguilles de seringues), souillés (excréments), contenir des produits dangereux (mercure, plomb, solvants, ...). Il est donc indispensable de former le personnel intervenant pour qu'il sache maîtriser ces risques et lui fournir des équipements de protection individuelle (EPI) adéquats, que l'on trouve parfois difficilement dans les pays en développement : gants anti-piqûres, masques, tenues de travail adaptées, ces EPI devant être lavés régulièrement.

Déterminer la composition des déchets

Déterminer la composition des déchets consiste à trier des échantillons représentatifs du gisement que l'on veut caractériser, sur une période donnée, selon une liste de catégories de matériaux, et à peser chaque fraction triée pour calculer le pourcentage en masse de chaque catégorie. On peut aussi éventuellement déterminer le pourcentage en volume de chaque catégorie.

Le protocole expérimental doit s'appuyer sur plusieurs choix :

- Le territoire considéré
- La période de réalisation de la campagne
- Les lieux de prélèvement des échantillons
- Le mode et les outils de prélèvement des échantillons
- La masse minimale des échantillons
- Le nombre d'échantillons à trier
- La méthode de tri des échantillons
- Les constituants pris en compte
- La réalisation éventuelle d'analyses

A partir de cela, le protocole détaillé de l'organisation de la campagne de prélèvement et de tri des échantillons peut être élaboré : calendrier, modalités pratiques, moyens humains et matériels nécessaires, coût, préparation des fiches de saisie, des affiches à apposer sur les bacs pour le tri par catégories, ...

Le calcul du coût lié aux moyens matériels et humains nécessaires pour suivre le protocole établi peut amener à revenir sur certains points de celui-ci, moins importants, pour rester dans la limite des moyens mobilisables.

Comme on peut le constater, ces choix ne peuvent pas être standardisés car ils sont intimement liés aux objectifs précis de chaque campagne et au contexte local. Nous allons donner ci-après les clés permettant d'effectuer ces choix.

1. L'élaboration du protocole de mesure

Le territoire considéré

C'est aux acteurs locaux de décider des limites géographiques du territoire sur lequel doit porter la campagne de caractérisation. Ces limites sont directement liées aux objectifs visés. S'il s'agit d'organiser la collecte des déchets en centre-ville, seuls les déchets du centre-ville doivent être caractérisés. S'il s'agit de dimensionner une installation intercommunale de valorisation de déchets, ce sont tous les déchets des communes qui doivent l'être.

Si on souhaite déterminer la composition moyenne des déchets arrivant en décharge, on peut se satisfaire d'une sélection au hasard des échantillons arrivant sur le site (camions, bennes, etc.).

On peut vouloir étudier d'éventuelles différences dans la composition des déchets selon le niveau socio-économique, le type d'habitat. Par exemple, si l'on souhaite organiser le tri à la source des déchets afin d'en extraire plus facilement le potentiel valorisable et donc dimensionner les outils de collecte, il sera important de savoir quelle part les fractions valorisables représentent selon que l'on est dans des secteurs de type bidons villes ou dans des quartiers de haut standing. Il faudra alors découper le territoire selon le type de secteurs retenu (ex : bas, moyen et haut standing). Un tel travail ne peut se faire qu'avec des personnes connaissant bien le terrain (responsables de la collecte, de la voirie).

La période de réalisation de la campagne

La période choisie doit être représentative de la période de production de déchets que l'on veut caractériser, souvent une année complète. Si la composition des déchets subit a priori peu de variations saisonnières (surtout observé, selon les climats, au niveau des déchets alimentaires issus de fruits et légumes ou des déchets verts), le choix de la période dans l'année n'est pas important. Dans le cas contraire, il faudra envisager plusieurs campagnes à des périodes différentes. Une caractérisation en saison sèche et une en saison humide semble néanmoins un minimum.

Par ailleurs, sauf à vouloir spécifiquement étudier cela, il est important de choisir une période éloignée d'événements importants susceptibles d'influer sur la production de déchets ménagers comme les fêtes nationales, religieuses, carnivals, périodes touristiques. Il faudra aussi prendre en compte, s'ils existent, les jours de marchés qui correspondent à une production importante et de nature différente des déchets ménagers.

Les lieux de prélèvement des échantillons

Le choix du lieu de prélèvement des échantillons dépend en partie des objectifs visés mais aussi du mode habituel de collecte, des circuits de collecte. On choisira en général ce qui est le plus simple, en accord avec l'obtention des résultats recherchés.

Si on souhaite déterminer la composition moyenne des déchets arrivant en décharge ou en centre de regroupement, on peut prélever les échantillons au hasard sur les contenus d'un ou de plusieurs véhicules de collecte qui seront déversés au sol. Ce déversement peut se faire sur le lieu habituel ou sur un site dédié à la campagne de caractérisation, ce qui est préférable car moins dangereux mais plus compliqué en termes de logistique, les déchets devant être repris au sol après prélèvement des échantillons puis transportés vers leur lieu habituel de déversement. Cela nécessite des engins de manutention et des bennes. Pour éviter les pollutions par des particules de sol, surtout quand on prévoit de faire des analyses de métaux lourds sur des sols d'origine volcanique, il est préférable si cela est possible de déverser les déchets sur une surface bétonnée ou sur une bâche plastique.

Si on a effectué une sectorisation du territoire, il faut identifier les véhicules provenant des différents secteurs choisis. Cela pose souvent un problème du fait que les circuits de collecte, établis pour optimiser les coûts, prennent souvent en charge des déchets de secteurs de niveaux socio-économiques différents. Il est alors impossible, sauf à modifier le circuit, de faire la différence à l'arrivée à l'exutoire. Il est cependant souvent admis que si 80% (au dire des hommes de terrain) des déchets proviennent d'un seul type de secteur, le véhicule est considéré comme venant de ce secteur.

Le prélèvement en porte à porte présente un certain nombre d'avantages, mais est plus lourd :

- On peut prélever avec plus d'exactitude dans les secteurs choisis
- On caractérise vraiment les déchets sortis de maison, sans prélèvement intermédiaire
- On peut en parallèle déterminer la quantité produite par habitant (voir partie suivante)
- On évite le compactage dans les bennes tasseuses qui rend le tri plus difficile
- On peut ne prélever que la masse souhaitée pour un échantillon, ce qui évite la reprise de gros volumes
- C'est la seule solution en l'absence de collecte organisée.

Par contre cela nécessite des véhicules de collecte spécifiques ou de modifier les circuits de collecte habituels.

Le mode et les outils de prélèvement des échantillons

Essayez de prélever des grands cartons ou des bouteilles en plastique de 2 litres avec une petite pelle ! C'est quasi impossible. Si la pelle est votre seul outil de prélèvement, il est ainsi fort probable que vous trouviez 0% de grands cartons et de bouteilles en plastique dans vos échantillons si vous procédez par pelletage simple. Il est donc important de prélever les échantillons de manière « correcte » (au sens statistique du terme), c'est-à-dire en laissant à tous les éléments la même chance d'être prélevés. Cela se fait le plus souvent par quartage : les déchets sont mélangés puis étalés au sol sous forme circulaire, carrée ou rectangle, sur une épaisseur de quelques dizaines de centimètres. La forme obtenue est divisée en parts égales et on tire au sort le nombre de parts qu'il faut pour constituer l'échantillon de masse souhaitée (voir point suivant). On ramasse alors la totalité des déchets de chaque part, y compris les bouteilles en plastique qui cherchent à s'échapper. Pour encore plus de rigueur, on procède en plusieurs fois (réduction de moitié, puis encore de moitié), en réduisant progressivement le tas jusqu'à la masse voulue de l'échantillon.

Les déchets ménagers sont par nature très hétérogènes mais il peut arriver que certains arrivages

contiennent un matériau prédominant. Pour cette raison, il est important d'ouvrir les sacs s'il y en a et de mélanger les déchets pour les homogénéiser.

La masse minimale des échantillons

Là encore, cette masse dépend des objectifs de la caractérisation. Prenons le cas extrême où vous souhaitez déterminer avec précision la proportion et la nature des déchets à caractère dangereux dans les déchets ménagers (piles, médicaments, produits toxiques, ...). Ceux-ci y sont en général présents à hauteur de moins de 0,5%. Si on prenait des échantillons de 10 kg, on pourrait y trouver de l'ordre de 50 g de déchets à caractère dangereux, ce qui est la masse de 2 ou 3 éléments seulement. On ne serait pas représentatif de cette catégorie. A l'extrême, si on recherche surtout de la précision sur les catégories majoritaires (matière putrescible, plastiques), rien ne sert de trier une masse trop importante.

La norme française (connue sous le nom « MODECOM »), élaborée après de nombreux travaux scientifiques, préconise de constituer des échantillons de 500 kg, d'en enlever et trier les éléments apportant de l'hétérogénéité (volumineux ou très denses), de réduire par quartage le volume restant au $\frac{1}{4}$ (masse de 100 à 120 kg), de trier la totalité des éléments de taille supérieure à 100 mm (entre 30 et 50 kg) et 7 kg de la fraction comprise entre 20 et 100 mm et de peser les éléments < 20mm. Les résultats sont ensuite ramenés par calcul à la masse initiale de 500 kg.



Dans les pays en développement, la composition des déchets ménagers est souvent moins hétérogène que dans les pays occidentaux. On se retrouve avec quelques fractions majoritaires parmi matière putrescible (le plus souvent entre 60 et 90% en masse), plastiques, textiles, couches bébé et éléments fins. Les autres catégories sont très peu représentées et présentent peu d'intérêt. La précision sur leur proportion n'est donc pas une priorité. Malgré cela, on trie le plus souvent des échantillons de l'ordre de 200 kg en totalité, ce qui correspond à une précision meilleure que sur les échantillons de la norme française.

Le choix de la masse minimale des échantillons peut donc être fait par simple bon sens, en faisant en sorte qu'ils soient de masse correcte par rapport aux objectifs de la caractérisation. 150 à 200 kg est un bon compromis.

Le nombre d'échantillons à trier

Il n'existe pas de norme proposant une méthode pour déterminer le nombre d'échantillons de déchets ménagers à caractériser pour pouvoir calculer des moyennes et des intervalles de confiance fiables, dont le niveau de confiance est suffisant au regard de l'objectif. Une étude menée dans ce sens en France sur des déchets ménagers résiduels (CARADEME, Guide pour la réalisation, de campagnes de caractérisation des déchets ménagers, http://www.sinoe.org/contrib/ademe/carademe/pages/ressources_carademepdf.php) a abouti à la conclusion qu'il fallait entre 10 et 15 échantillons de 500 kg pour que l'intervalle de confiance sur les catégories d'intérêt soit de l'ordre de 5%.

Sur la base du retour d'expérience acquis dans les pays en développement lors de campagnes portant sur un nombre significatif d'échantillons, il semble qu'un minimum de 5 échantillons par secteur et 15 sur une campagne soit requis pour obtenir des intervalles de confiance satisfaisants sur les catégories d'intérêt (matière putrescibles, bouteilles plastique, sachets plastique, ...). Là encore, plus le matériau pour lequel on cherche de la précision est rare, plus il faut d'échantillons pour stabiliser le résultat.

C'est un compromis entre la précision recherchée et les moyens mobilisables qui fixe en général le choix du nombre d'échantillons.

La méthode de tri des échantillons

La norme française « MODECOM » propose une séparation granulométrique des échantillons pour réduire la quantité à trier en fonction de l'hétérogénéité des fractions obtenues. C'est ainsi, comme nous l'avons vu, qu'à partir d'un échantillon de 500 kg, les éléments hétérogènes sont enlevés, le volume de l'échantillon réduit au $\frac{1}{4}$ (100 à 120 kg), la totalité des éléments supérieurs à 100 mm triée ainsi que 7 kg de la fraction 20 – 100 mm. Les éléments fins de 8 à 20 mm peuvent être également triés (à partir de 500 g de fines) sinon la fraction < 20 mm est juste pesée.

Compte tenu de la moindre hétérogénéité des déchets ménagers dans les pays en développement, le tri est plus aisé et la séparation granulométrique se justifie moins. Il est donc courant que la totalité de l'échantillon (150 à 200 kg) soit triée. Une grille de 20 mm peut néanmoins permettre de faciliter le tri en enlevant les éléments trop petits pour pouvoir être triés.

Dans certains pays, la présence importante de sable ou de terre fine justifie largement l'utilisation d'une telle séparation. Il faudra porter une attention particulière à la composition de la classe < 20 mm quand celle-ci est abondante : elle peut aussi bien être constituée de sable (c'est souvent le cas dans les pays du Sahel) que de matière organique (souvent le cas à Madagascar).

La liste des catégories de matériaux
Là encore, la liste des catégories doit être adaptée aux objectifs de la caractérisation. La principale règle à retenir est qu'il faut avoir des catégories pour classer tous les éléments, éviter une catégorie fourre-tout « autres » qui parfois représente un fort pourcentage et dont on ne sait que faire. C'est ainsi qu'en général on trouve les catégories suivantes :



- **Matière majoritairement organique:** déchets putrescibles (déchets alimentaires, déchets végétaux), bois, papier, carton, déchets hygiéniques (couches, serviettes périodiques), textiles, plastiques, autres déchets majoritairement organiques (composites, cuir, caoutchouc).



- **Matière majoritairement inorganique :** verre, métaux (ferreux, aluminium, autres), déchets électriques et électroniques, autres déchets majoritairement minéraux (vaisselle cassée, gravats, pierres).

- **Déchets dangereux :** piles, batteries, médicaments, déchets de soins, tubes fluorescents et ampoules basse consommation, restes de produits toxiques.

- **Eléments fins :** fraction obtenue à l'aide d'un tamis (10 à 20 mm en général), dont les éléments sont trop petits pour être identifiables.

En Europe, où une écotaxe a été mise sur les emballages, la distinction emballages / non emballages est faite sur plusieurs catégories. Dans les pays en développement, cette distinction n'a pour l'instant pas de raison d'être. C'est pourquoi la liste des catégories est toujours adaptée aux besoins, au contexte local, notamment en vue de la valorisation. Si on a de bonnes perspectives de vente de certains plastiques (selon la nature des résines, PEBD, PEHD, PET,... ou sachets d'eau, bouteilles et flacons par exemple), il peut être intéressant de trier en prenant en compte ces différentes natures de plastiques. Il peut être intéressant aussi d'avoir une liste unique à l'échelle d'un pays pour pouvoir faire des comparaisons d'un lieu à un autre.

N.B. : Dans le cadre des dossiers crédits carbone, il est demandé (méthodologie MDP AMS III F « Avoidance of methane emissions through composting » et outil « emissions from solid waste disposal site », rechercher sur internet les dernières versions en ligne) de trier les déchets en 6 catégories : bois et sous-produits ; papier et carton ; nourriture, déchets de nourriture et autres déchets putrescibles ; textiles ; déchets verts ; verre, plastique, métal et autres inertes. Il faut donc veiller à bien distinguer ces catégories dans la liste des catégories et sous-catégories à trier si on envisage une telle procédure.

La réalisation éventuelle d'analyses

Même si elles sont rarement effectuées par faute de moyens matériels et financiers, il est important de parler des analyses qui peuvent apporter des informations pertinentes.

- **La teneur en eau** est un paramètre éminemment variable, notamment entre une saison sèche et une saison des pluies, lorsque les déchets sont soumis aux intempéries. Elle est variable aussi selon les catégories de matériaux : les matières minérales comme le verre ou les métaux absorbent peu d'eau, quand le papier, le carton et les textiles peuvent fortement s'imbi-ber. Si un tri à la source est mis en place, en séparant les matières humides des matières sèches, les masses pesées des différentes catégories seront proches de la réalité « sortie de la maison ». Par contre, s'il s'agit de déchets ménagers en mélange qui ont été collectés dans une benne et sont restés plusieurs heures ou jours en contact, les matériaux absorbants peuvent prendre du poids et fausser quelque peu les résultats (masse plus importante donc pourcentage massique plus élevé). Cela conduit à trois préconisations :
 - faire effectuer, lorsque cela est possible, un tri à la source lors d'une campagne de caracté-ri-sation pour ne pas trop humidifier les déchets secs (séparer au moins déchets humides et déchets secs) ;
 - collecter de préférence les déchets à domicile pour éviter l'impact des eaux de pluie, surtout en saison des pluies ;
 - faire, lorsque cela est possible, des mesures d'humidité au moins sur les fractions princi-pales. Néanmoins, cela nécessite de disposer de moyens de séchage importants en termes de volume compte tenu de l'hétérogénéité de la matière (plusieurs centaines de litres de capacité de séchage).
- **L'analyse des éléments fins peut être intéressante**, surtout si cette fraction repré-sente un pourcentage massique important (qui varie en général entre 5 et 25% de la masse). Ces analyses ont pour but de permettre de choisir le devenir de cette fraction. Elles portent en général sur la part de matière organique d'origine naturelle, synthétique et de matière minérale, ainsi que sur certains micropolluants comme les métaux lourds à caractère dangereux (plomb, mercure, cadmium, nickel, chrome, ...). Les résultats permettent de déterminer si cette fraction, par exemple lors du tri au niveau d'une plateforme de compostage, peut rejoindre la matière mise à composter, être utilisée en remblai, en couverture de décharge ou doit être mise en dé-charge.
- Enfin, si des filières de valorisation énergétique par procédé thermique existent (par exemple cimenteries), il peut être demandé de déterminer le pouvoir calorifique de certaines fractions.

Toutes ces analyses doivent se faire au sein de laboratoires disposant des équipements néces-saires.

2. L'organisation pratique de la campagne de mesures

Une fois les objectifs et le protocole établis, l'organisation pratique de la campagne peut être envisagée :

- Déterminer les moyens financiers, matériels et humains nécessaires pour prélever et caractériser les échantillons et s'assurer de leur disponibilité dans les délais. En fonction du budget disponible, le matériel peut être un facteur limitant pour le nombre d'échantillons caractérisés chaque jour. Par exemple, s'il est possible d'avoir deux zones de tri, on peut doubler les équipes et aller deux fois plus vite ; à l'inverse, on peut être limité en termes de moyens de collecte des échantillons (1 par jour seulement).

Matériel de base nécessaire : une table de tri avec un tamis pour laisser passer les éléments fins, autant de bacs ou autres récipients que nécessaire pour le recueil des fractions triées, une balance de portée 50 à 70 kg, une autre de portée 10 kg, des bâches pour le sous-échantillonnage au sol et le recueil des éléments fins, des pelles, balai, balayette, des gants anti-piqûres (type taille de ronces ou rosiers), des masques anti-poussière, des tenues de travail (pantalon ou combinaison, chaussures fermées), une trousse de premiers secours. Si l'échantillonnage se fait sur des tas de déchets de volume important, un chargeur à godet sera nécessaire pour les homogénéiser et les manipuler.

- Elaborer le calendrier : déterminer le nombre de jours nécessaires pour prélever et caractériser tous les échantillons et choisir la période. En général, il faut en moyenne compter ½ j à 5 ou 6 personnes pour caractériser correctement un échantillon. On peut choisir de réduire ou augmenter le nombre de jours en augmentant ou réduisant le nombre de personnes.
- Recruter l'équipe en fonction du calendrier établi. Plusieurs niveaux de compétences sont nécessaires : personnes pouvant superviser le tri, la pesée, relever les mesures, personnes pour trier. Prévoir que certaines personnes peuvent être vite rebutées par ce travail ou ne pas convenir (pas efficaces, mauvais esprit) et avoir une réserve de main d'œuvre. Fixer les horaires de travail en prévenant qu'une certaine flexibilité peut être nécessaire pour se synchroniser avec l'arrivée des déchets. En fonction des moyens disponibles, il est possible que le coût lié aux ressources humaines soit trop important. Cela peut amener à revoir les ambitions de la campagne à la baisse (réduire le nombre d'échantillons notamment).
- Organiser le prélèvement des échantillons : nommer des responsables pour garantir que les déchets arriveront au bon moment pour que l'équipe en charge du tri puisse travailler dans les horaires prévus et la campagne se dérouler sur la période prévue. Garder un peu de marge en cas de problème imprévu (une ou deux journées de décalage). Si la collecte se fait en porte-à-porte, sélectionner les maisons concernées et informer ou non les habitants (les informer peut induire un biais s'ils ne veulent pas, pour des raisons culturelles, que vous preniez certains de leurs déchets).
- Organiser le tri : trouver un lieu adapté, si possible abrité du soleil, du vent et de la pluie. Un espace abrité d'au moins 50 m² est nécessaire pour le tri et la pesée. Un autre espace extérieur est nécessaire pour le déversement des déchets et le sous-échantillonnage (confection des échantillons à trier).
- Préparer les outils de saisie des résultats sur le terrain (saisie manuelle de préférence), les étiquettes qui indiquent les catégories de matériaux, à fixer sur les bacs de tri (prévoir des images et du texte).

3. La saisie des résultats

La première saisie se fait à la main sur des fiches pré-établies. Elles doivent permettre d'indiquer au minimum la date, la référence de l'échantillon et les résultats des pesées pour chaque catégories (souvent plusieurs pesées par catégorie, lorsque les bacs de tri sont pleins). La masse de l'échantillon avant tri peut être mesurée et notée pour détecter les pertes ou erreurs lors de la comparaison ultérieure avec la somme des masses triées.

Un tableur informatique pourra permettre de retranscrire les données, d'effectuer automatiquement les calculs, les tableaux de présentation des résultats et les graphiques.

Il est toujours intéressant d'associer aux résultats quelques photographies permettant à ceux qui n'étaient pas présents de visualiser le travail de terrain effectué. De même, un rapport détaillé expliquant le déroulement de la campagne est toujours souhaitable pour laisser une trace claire et comparer les résultats lors de campagnes ultérieures.

Déterminer la quantité de déchets produits

Connaître la composition des déchets est une donnée importante mais elle est insuffisante si on ne peut pas la croiser avec la quantité de déchets produits ou collectés. On peut ainsi passer d'une composition en % à une composition en kg par habitant et par an, mois ou jour, qui va elle permettre de faire des dimensionnements, sous réserve que l'on connaisse de manière assez sûre aussi le nombre d'habitants.

Généralement, tout est basé sur la masse (kg, tonnes). Mais il peut être important aussi de réfléchir en termes de volume (m³) pour dimensionner correctement des outils de transport, de traitement ou de stockage. C'est aussi souvent la seule donnée disponible, en l'absence de moyens de pesage sur les sites de réception de déchets. Il ne faut cependant pas oublier que la masse volumique des déchets varie fortement en fonction des traitement qu'ils ont subi : il n'y a pas conservation des volumes entre un déchet prélevé chez les ménages dans des sacs et la même quantité de déchets arrivés à la décharge après plusieurs tassements en cours de route.

Là encore, il est nécessaire de définir l'objectif : veut-on connaître la quantité de déchets produits globalement à l'échelle du territoire ou la quantité produite par habitant ? Les méthodes à mettre en œuvre sont très différentes selon le cas choisi, en particulier pour ce qui est du lieu de prélèvement ou de pesée des déchets.

Et là encore, les choix méthodologiques pour le protocole de mesure ne peuvent pas être standardisés car ils sont intimement liés aux objectifs précis de chaque campagne et au contexte. Nous allons comme précédemment donner des clés permettant d'aider à effectuer ces choix.

Lorsque le protocole est établi, il est nécessaire, comme pour déterminer la composition des déchets, d'élaborer un calendrier et les modalités pratiques de déroulement de la campagne et saisir les résultats sur des outils adaptés.

Le territoire considéré

Les considérations sont quasiment les mêmes que pour l'étude de la composition des déchets. C'est aux acteurs locaux de décider des limites géographiques du territoire sur lequel doit porter la campagne de quantification. Ces limites sont directement liées aux objectifs

visés. S'il s'agit d'organiser la collecte des déchets en centre-ville, seuls les déchets du centre-ville doivent être quantifiés. S'il s'agit de dimensionner une installation intercommunale de valorisation de déchets, ce sont les déchets de chaque commune qui doivent l'être.

On peut vouloir étudier d'éventuelles différences selon le niveau socio-économique, le type d'habitat. Il faudra alors découper le territoire selon le type de secteurs retenu (ex : bas, moyen et haut standing). Un tel travail ne peut se faire qu'avec des personnes connaissant bien le terrain (responsables de la collecte, de la voirie).

La période de réalisation de la campagne

La période choisie doit être représentative de la période de production de déchets que l'on veut caractériser, souvent une année complète, voire plusieurs années. Si la production de déchets ne subit a priori pas de variations saisonnières importantes (variations surtout observées, selon les climats, au niveau des déchets alimentaires issus de fruits et légumes ou des déchets verts, ou liées à l'eau de pluie absorbée par les déchets), le choix de la période dans l'année n'est pas important. Dans le cas contraire, il faudra envisager plusieurs campagnes à des périodes différentes. Par ailleurs, sauf à vouloir spécifiquement étudier cela, il est important de choisir une période éloignée d'événements importants susceptibles d'influer sur la production de déchets ménagers comme les fêtes nationales, religieuses, les carnivals, les périodes touristiques.

Les lieux de prélèvement des échantillons

Le choix du lieu de prélèvement des échantillons dépend en partie des objectifs visés mais aussi du mode habituel de collecte, des circuits de collecte. On choisira en général ce qui est le plus simple, en accord avec l'obtention des résultats recherchés.

Il peut y avoir une différence importante entre la quantité et la composition des déchets sortant d'une habitation et celle qui arrive à l'exutoire final, en raison des prélèvements de matériaux valorisables qui peuvent être faits en cours de route par des récupérateurs informels (directement dans les poubelles, dans des bennes, des centres de regroupement). On s'attachera donc à prélever les déchets au plus près de la cible visée par les objectifs de quantification.

Si on souhaite dimensionner des outils de pré-collecte en porte à porte (nombre de motos-benne par exemple), les prélèvements devront se faire de préférence au domicile d'un échantillon représentatif d'habitants.

Si on souhaite déterminer la production moyenne par habitant sur toute une ville et que la totalité des déchets est collectée et apportée à un exutoire où ils sont systématiquement pesés, il suffira de noter les masses entrantes sur une période donnée et diviser par le nombre d'habitants sur le territoire correspondant à la zone de collecte. Si on a effectué une sectorisation du territoire, il faut identifier les véhicules provenant des différents secteurs choisis



et connaître le nombre d'habitants correspondant à chaque véhicule, ce qui est une donnée rarement disponible.

Comme pour la détermination de la composition des déchets, le prélèvement en porte à porte présente un certain nombre d'avantages:

- On peut prélever avec plus d'exactitude dans les secteurs choisis
- On peut prélever et peser maison par maison et rattacher à chacune son nombre d'habitants
- On peut en parallèle déterminer la composition des déchets de chaque secteur (voir partie précédente)
- C'est la seule solution en l'absence de collecte organisée.



Le mode de mesure

Comme nous venons de le voir, le mode de détermination de la production de déchets ménagers par habitant peut se faire selon plusieurs approches :

- Une approche globale, à l'arrivée à l'exutoire final ou dépôt intermédiaire, sous réserve de la connaissance du nombre d'habitants correspondant au contenu des véhicules pesés (benne compacteuse, benne ampliroll, camion, moto-benne, charrette). On peut ainsi calculer la masse et/ou le volume de déchets sur une période donnée, diviser par le nombre d'habitants correspondant pour déterminer une masse ou un volume moyen par habitant et par unité de temps (jour, semaine, mois, année), si effectivement la collecte prend bien en compte la totalité de la production de déchets de ces habitants et si on connaît assez précisément le nombre d'habitants.
- Une approche individuelle, ménage par ménage. On peut ainsi collecter pendant une certaine durée (2 semaines au minimum) les déchets produits par chaque ménage et les peser, en reportant les données au regard du nombre d'habitants au sein du foyer. La pesée peut se faire lors de la collecte ou a posteriori, sous réserve d'avoir bien identifié la production de chaque ménage (sacs référencés).

L'avantage d'une approche globale est qu'elle s'affranchit du biais lié au fait que les habitants ne savent pas que leurs déchets seront étudiés. Avec une approche individuelle, selon certains tabous, ils peuvent ne pas mettre la totalité des déchets produits dans les récipients destinés à la collecte. Par contre, la corrélation quantité produite par rapport au nombre d'habitants est meilleure dans ce cas.

La taille minimale des échantillons

Ici ce n'est pas tant la quantité de déchets qui importe que le nombre d'habitants. On se base alors plus sur des méthodes statistiques de type sondage que sur des méthodes adaptées à l'hétérogénéité des déchets comme pour la détermination de la composition.

La question ne se pose pas si les calculs sont faits sur la totalité du gisement d'une commune parvenant à l'exutoire. Seule la précision - qui souvent laisse beaucoup à désirer - sur la connais-

sance du nombre d'habitants dans la commune et celle de l'outil de pesée auront des conséquences sur les résultats.

Par contre, si la détermination se fait individuellement ou sur une fraction réduite des déchets produits à l'échelle du territoire, le nombre d'habitants pris en compte dans les échantillons doit être suffisant pour que les résultats soient statistiquement fiables.

Si on se base sur des techniques de sondage et si l'on mesure la production au niveau individuel, pour un niveau de confiance de 95%, il faut pouvoir disposer de résultats pour au moins 300 ménages pour une marge d'erreur de 5% et 200 pour une marge d'erreur de 7%. En dessous de 200, on tombe rapidement à des marges d'erreur élevées. Au-dessus de 300, on ne gagne que très peu en précision en augmentant le nombre de ménages. Selon son besoin en précision et ses moyens, selon la population, on choisira donc un nombre de ménages adapté. On trouve de nombreux outils sur internet pour calculer la taille d'un échantillon pour faire un sondage.

L'organisation pratique de la campagne de mesures

Nous n'aborderons ici que le cas de campagnes de mesure de la production de déchets à partir d'une fraction du gisement. Sur les secteurs choisis, le lien entre le nombre d'habitants et les déchets collectés doit être établi. Il faut donc impérativement enquêter au préalable auprès de chaque ménage pour connaître le nombre d'habitants.

Si la mesure se fait sur des véhicules de pré-collecte ou de collecte, il n'est pas nécessaire de prévenir les habitants, ce qui évite un biais.

Si la mesure se fait par collecte en porte à porte, les habitants volontaires doivent être identifiés, référencés, prévenus, sensibilisés sur les modalités concrètes de déroulement de l'étude qui doivent leur être clairement expliquées (objectif et méthode). Cela doit se faire individuellement et lors de rencontres collectives.

L'étude pourra se faire en travaillant avec les structures en place (pré-collecteurs, collecteurs) ou avec des moyens spécifiques. Dans ce cas, les acteurs en place devront être informés pour éviter des incompréhensions.

Les moyens humains adaptés à l'ampleur de l'étude devront être rassemblés. Cela est fonction de l'appui ou non sur des moyens préexistants et de la durée de l'étude. Pour une approche individuelle, il est conseillé de disposer d'une personne (profil animateur) affectée à un groupe de ménages volontaires (une cinquantaine chacun par exemple) pour les rechercher, les rencontrer, leur expliquer la démarche, les accompagner au cours de l'étude et accompagner la campagne de mesure. Ils peuvent également faire une enquête a posteriori auprès des ménages volontaires. Les moyens matériels dépendent de l'approche choisie. Si on se contente d'une estimation de volume et avec une approche globale, il faut pouvoir mesurer le plus correctement possible le volume de déchets contenu dans les véhicules de collecte. Si l'objectif est d'obtenir des résultats en masse, ce qui est souvent préférable, il faut pouvoir peser les déchets via un pont-basculé, une plateforme de pesage (pour des charrettes ou des brouettes) ou un pèse essieu.

Avec une approche individuelle, il suffit de disposer d'une balance d'une portée de l'ordre de 30 à 50 kg et d'une autre de 5 à 10 kg pour une meilleure précision sur les petites quantités. Des sacs poubelle référencés, remis avant chaque collecte aux ménages facilitent le travail, permettant de ne peser les déchets qu'à leur arrivée sur un site dédié. Sachant qu'il est difficile de demander de conserver les déchets plus que quelques jours, il est conseillé de prévoir 2 collectes par semaine. Si l'étude de quantification est associée à une étude de détermination de la composition des

déchets, on peut en profiter pour tester le tri à la source par les habitants, en leur remettant par exemple chaque fois deux sacs, un pour les déchets plutôt humides (alimentaires, couches) et un pour le reste, plutôt sec. Outre tester leur aptitude au tri, cela facilite le travail au moment du tri des échantillons.

Plusieurs types de documents doivent être préparés avant la campagne : fiches d'identification des ménages (avec notamment le nombre d'habitants), fiche de relevé des pesées.

La saisie des résultats

Les résultats sont de préférence saisis manuellement sur le terrain et repris ultérieurement sur des fichiers informatiques. Ces fichiers peuvent faire l'objet d'une analyse statistique des données saisies pour en donner la précision.

Caractériser un gisement de déchets ménagers : présenter et analyser les résultats

Il est important de communiquer auprès des acteurs concernés sur les résultats des études effectuées et sur ce qui en découle. Cela concerne les acteurs pouvant être directement intéressés par les résultats mais aussi ceux qui ont été mobilisés au cours de l'étude et ceux que l'on souhaite mobiliser par la suite. Cette communication peut se faire à l'occasion de rencontres ou par l'envoi des rapports.

Il n'est pas utile de diffuser le détail de tous les résultats obtenus mais il faut en garder la trace pour d'éventuels contrôles ultérieurs.

Le rapport d'étude doit indiquer la date de réalisation de celle-ci, remercier tous ceux qui ont contribué au travail et doit présenter :

- La méthode qui a été utilisée, selon les différents points abordés dans ce document
- L'organisation pratique qui a été mise en place
- La synthèse des résultats : tableaux indiquant les valeurs moyennes et intervalles de confiance, graphiques pour mieux visualiser, commentaires
- Les conclusions : à quoi vont servir ces résultats

Il est important d'illustrer le rapport de photographies qui permettent de mieux comprendre le travail qui a été accompli.

Conseils pour l'élaboration éventuelle d'un cahier des charges de consultation

La collectivité locale ou l'opérateur privé peuvent décider de réaliser eux-mêmes une campagne de caractérisation des déchets. Ils peuvent aussi souhaiter confier sa réalisation à un prestataire. Dans ce cas, certains points de vigilance sont importants.

Avant toute chose, il est nécessaire de constituer un comité de pilotage, réunissant les principaux acteurs concernés, afin que chacun puisse suivre ce travail du début à la fin : de la rédaction des termes de référence à la présentation des résultats. Ce comité va se mettre d'accord sur les objectifs visés, qui peuvent être multiples. Il va mettre en commun ses données pour les remettre dès le départ au bureau d'étude qui sera sélectionné et éviter ainsi que celui-ci perde trop de temps à les recueillir ou à refaire ce qui a déjà été fait (et le temps, c'est de l'argent). Il peut fixer déjà un certain nombre de choses : le rôle de chaque intervenant, le territoire concer-

né, les lieux de travail, les moyens qui seront mis à disposition et ceux qui ne le seront pas. Le budget maximum disponible pour réaliser cette étude devra être fixé et le comité de pilotage devra s'assurer au préalable qu'il est a priori compatible avec les objectifs visés. Le cahier des charges de la consultation devra indiquer a minima :

- La présentation générale de la collectivité et du territoire concerné
- Les grandes lignes de l'organisation de la gestion des déchets
- Les objectifs de la campagne
- Les différents acteurs impliqués et leurs rôles respectifs
- La liste des données disponibles
- Les moyens mis à disposition
- La période souhaitée pour la campagne

Les clauses techniques peuvent être extrêmement détaillées ou au contraire laisser à chaque bureau d'étude la capacité d'exposer la méthode, les moyens et les outils qu'il préconise, ce qui permet d'évaluer son niveau de compétences. Dans ce cas, il sera indispensable d'être à même de juger l'offre selon une liste de critères qui sera établie avec le comité de pilotage. Un devis détaillé sera demandé plutôt qu'un montant forfaitaire afin de s'assurer que tout a bien été pris en compte.

Dans tous les cas, les modalités de jugement des offres devront être élaborées par le comité de pilotage pour que celui-ci puisse se dérouler en toute transparence.



Documents de référence

Fiche Re-Sources « Caractérisation, gisement, tri » : sur le site www.plateforme-re-sources.org

Elle présente à la fin un nombre important de références bibliographiques.

Guide CARADEME de l'ADEME (document de référence en France) :

http://www.sinoe.org/contrib/ademe/carademe/pages/ressources_carademepdf.php)

Ce document est intéressant par sa démarche pédagogique. Il doit être adapté dans un contexte de pays en développement.



Re-Sources

La Plateforme Re-Sources est un réseau de référence dans le domaine de la gestion des déchets ménagers dans les pays africains et caribéens. Son objectif global est de contribuer à améliorer la gestion des déchets dans les villes en développement, en favorisant les stratégies de réduction et

de valorisation des déchets. En rassemblant des acteurs professionnels de la gestion des déchets des pays du Sud, Re-Sources capitalise des approches innovantes prenant en compte les spécificités socioéconomiques des contextes locaux dans les recommandations pratiques et politiques. Il s'agit à travers ce réseau de diffuser des bonnes pratiques par l'information et la formation des organisations de la société civile, des collectivités et des décideurs politiques.

Rédaction

Pascale Martel-Naquin, directrice du CEFREPADE

Coordination

Pascale Martel-Naquin, directrice du CEFREPADE - Bernard NONGUIERMA (Centre Re-Sources)

Contribution et relecture

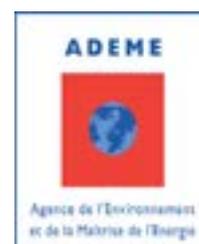
Pascale NAQUIN (Cefrepade) - Jocelyne DELARUE (Gevalor)- Georges Morizot (Gevalor)

Plateforme Re-Sources

BP : 01 BP 783 Ouagadougou 01
Rue Liuli Péné- Zone du Bois,
Ouagadougou BURKINA FASO

(+226) 50 36 38 04

contact@plateforme-re-sources.org



Ce projet est réalisé avec le soutien financier de l'union européenne, l'AFD, le FFEM, l'ADEME. Le contenu de ce document relève de la seule responsabilité de la plateforme Re-Sources et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant le point de vue de l'Union Européenne