



HAL
open science

**Vers une économie circulaire... de proximité ;
Métabolisme urbain, empreinte environnementale et
politique de gestion des déchets**

Mathieu Durand, Jean-Baptiste Bahers, Thomas Bonierbale, Hélène Beraud,
Bruno Barroca

► **To cite this version:**

Mathieu Durand, Jean-Baptiste Bahers, Thomas Bonierbale, Hélène Beraud, Bruno Barroca. Vers une économie circulaire... de proximité ; Métabolisme urbain, empreinte environnementale et politique de gestion des déchets. [Rapport de recherche] ADEME. 2016. hal-01662474

HAL Id: hal-01662474

<https://hal.science/hal-01662474>

Submitted on 26 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VERS UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE... DE PROXIMITÉ ?

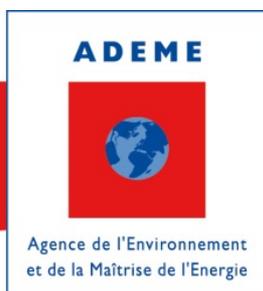
Métabolisme urbain, empreinte environnementale et politiques de gestion
des déchets

Mars 2016

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Mathieu Durand, Jean-Baptiste Bahers, Thomas
Bonierbale, Hélène Beraud et Bruno Barroca

N° de contrat : 1306C0005

Coordination technique ADEME : *Elisabeth Poncelet – Service Mobilisation et valorisation des déchets,
Direction Economie circulaire et Déchets*



RAPPORT D'ETUDE

En partenariat avec :



REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des membres du comité de pilotage et les personnes ayant participé directement aux activités de recherche du projet :

- Université du Maine (UMR ESO CNRS) : Yamna Djellouli, Cyrille Naoarine, Jérémy Buard, Guillaume Bailly, Thomas Guy, Wassim Snan, Joffrey Mansuy, Pierre-Guillaume Baromes, Pierre Juste.
- Ecole des Métiers de l'Environnement : Anne Cikankowitz, Amélie Grangeon, Marie-Florence Thomas, Samuel Le Féon.
- Université Paris-Est Marne-La-Vallée (Lab'Urba) : Gilles Hubert, Joël Idt, Katia Laffrechine, Abdoul Aziz Boubacar Baraze, Florian Porché.

Nous remercions également les comités de suivi qui ont veillé à la bonne utilisation des données fournies :

- Le Mans Métropole (Géraldine Barbier, Samuel Guy, Renée Kaziewicz, Claude Picault, Laurence Schausis, Laurent Taupin), le Pays du Mans (Jean-Luc Cosnuau, Florian Roquinarch, Bernard Vétillard), le Conseil Départemental de la Sarthe (Matthieu Chaussis).
- Rennes Métropole (Olivier Dehaese, Marie Neuschwander, Lisa Flenet).
- le SIETREM (Lydie Vincent).

Nous adressons nos remerciements à l'ADEME (notamment Elisabeth Poncelet) qui a financé ce projet et fait confiance à l'équipe dans la mise sa œuvre entre mai 2013 et janvier 2016. Nous remercions enfin l'ensemble des entreprises, collectivités, éco-organismes, associations, qui ont accepté de partager leurs données et de participer aux entretiens réalisés pour cette étude.

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME. DURAND Mathieu, BAHERS Jean-Baptiste, BONIERBALE Thomas, BERAUD Hélène, BARROCA Bruno. 2016. *Vers une économie circulaire... de proximité ; Métabolisme urbain, empreinte environnementale et politique de gestion des déchets* – Rapport. 90p.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr, rubrique Médiathèque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

TABLE DES MATIERES

Introduction	6
1. Intérêt et mesure du principe de proximité dans la gestion des déchets	7
1.1. Les enjeux de la dimension spatiale de la gestion des déchets	7
1.2. Méthodologie : quatre approches pour étudier la proximité	11
1.3. Délimiter le territoire et le système étudié	14
2. La caractérisation du Métabolisme urbain	21
2.1. Le concept de métabolisme urbain	21
2.2. Les données utilisées pour étudier les trois territoires	27
2.3. Observation du métabolisme urbain de Rennes, Le Mans et Marne La Vallée	30
3. L’empreinte spatiale des déchets	38
3.1. Objectif et méthode de l’empreinte spatiale	38
3.2. Cartographie des déchets municipaux	41
3.3. Les Déchets des Activités Economiques	43
3.4. Vers l’analyse des résultats : la construction d’indicateurs d’empreinte spatiale	46
4. L’empreinte environnementale des déchets	48
4.1. L’empreinte environnementale transport/traitement	48
4.2. Approfondir l’empreinte environnementale : Les difficultés méthodologiques à une échelle aussi large	61
5. Une perception complexe de la spatialisation des flux	64
5.1. Critères spatiaux de gestion des filières	64
5.2. Quelle marge de manœuvre pour une économie circulaire de proximité ?	73
Conclusion	84
Références bibliographiques	85
Index des tableaux et figures	88

Résumé

L'économie circulaire est aujourd'hui une notion établissant un consensus rarement atteint dans la gestion des déchets entre l'ensemble des acteurs, publics ou privés, associatifs, militants ou à but lucratif. Cependant, cette notion ne reste que très peu définie. Qu'est ce que réellement l'économie circulaire et surtout, à quelle échelle s'applique-t-elle ? Une boucle planétaire de matière recyclée participe-t-elle d'une économie « circulaire », ou est ce que cette circularité doit s'exprimer à une échelle plus locale. Le principe de proximité fait partie des notions de bases du cadre réglementaire relatif à la gestion des déchets en France et en Europe, pour autant aucun texte ne définit cette échelle de la proximité. Comment peut-on alors réfléchir à une économie circulaire « de proximité » intégrant les enjeux sociaux du territoire, économiques des filières industrielles et environnementaux de la planète ?

Ce texte est le résultat d'une recherche menée dans le cadre du programme « Déchets et société » de l'ADEME par l'Université du Maine, l'École des Métiers de l'Environnement et l'Université de Paris-Est-Marne-La-Vallée. L'objectif est d'établir une base de donnée empirique et estimée des flux du métabolisme territorial et des flux de déchets à l'échelle de trois villes (Rennes, Le Mans et Marne-La-Vallée) afin d'offrir une cartographie de leurs impacts. Cette spatialisation, conjuguée avec une analyse des politiques publiques de gestion, de planification, ainsi que des pratiques des entreprises, des associations ou des éco-organismes, offrira une vision de l'application du principe de proximité. La dimension territoriale de la gestion des déchets sera alors l'outil pour questionner le fait que l'économie circulaire soit ou non de proximité.

ABSTRACT

The circular economy is a new consensual concept, which is supported by all type of stakeholders in waste management (private companies, enterprises of social economy, NGO, Regional and local governments). However, circular economy isn't well defined. What does it mean and at which scale is it implemented? Does it include the globalization of recycled materials and is it relevant to applied at the local scale? The proximity principle advocates in the European and French regulations that wastes should be managed close to the point at which it is generated, but there is no definition on which geographical scale it is supposed to be respected. How could we think on a local and circular economy including the social, economic and environmental issues of the industrial society?

This work is the result of a research funded by the French environmental agency (ADEME) regarding the program called "Waste and society". Researchers from Maine University, Environmental Engineering School (EME) and Marne-La-Vallée University have carried out this research. The aim of the work is to elaborate an empirical Database on material and waste flows for three cities (Rennes Métropole, Le Mans métropole, and Marne-La-Vallée) in order to obtain cartography of their urban metabolism and environmental impacts. Our approach combines this quantitative analysis with a political analysis of the governance of waste management (for all stakeholders). The goal is to question the proximity principle and understand if the circular economy is local or not.

INTRODUCTION

L'empreinte des villes sur leur environnement est souvent mesurée grâce à leur empreinte écologique. Celle-ci intègre de façon limitée la question des déchets. Or dans un contexte de transition socio-écologique prégnante, ce rapport cherche à comprendre quelle est l'étendue, notamment spatiale, de l'impact d'un territoire sur son environnement. Il étudiera pour cela les flux matière sortant que sont les déchets. La question est posée d'identifier l'impact spatial et environnemental des déchets produits par trois villes (Rennes, Le Mans et Marne-La-Vallée). Pour cela il est nécessaire d'identifier les flux de déchets, de façon empirique et estimative, selon plusieurs méthodologies.

Cette base d'information spatialisée permet alors de s'interroger sur la façon dont le territoire urbain¹ gère localement ses déchets, en tirant profit de la capacité de charge de l'environnement, ou au contraire en exportant ses nuisances. Les déchets peuvent-ils être gérés exclusivement au niveau de leur lieu de production ou au contraire, les enjeux économiques et les spécialisations technologiques obligent-elles à s'appuyer sur des territoires bien plus larges ? L'économie circulaire, concept devenu en quelques années central dans la pensée sur les déchets, se contente-t-elle d'une boucle (donc circulaire) mondiale du recyclage ou doit-elle être « de proximité » ? Il existe bien un principe de proximité officiellement reconnu dans la réglementation française et européenne concernant les déchets. Quelle est la réalité de la mise en oeuvre de ce principe ? Est-il pertinent d'un point de vue économique, social, environnemental et quels sont les enjeux autour de son application ? Comment allier une recherche d'autosuffisance territoriale dans la gestion des matières de récupération tout en cherchant les meilleures opportunités de valorisation des déchets ?

Afin de répondre à ces enjeux la première partie de ce rapport cherchera à comprendre comment s'exprime le principe de proximité dans la gestion des déchets, les sous-entendus théoriques qu'il véhicule et le cadre de son application réglementaire. La partie suivante visera à exposer la méthodologie développée afin d'estimer les flux de matières circulants sur le territoire. Le métabolisme des territoires étudiés sera ainsi réalisé. L'objectif est d'évaluer la part des déchets dans ces flux, ainsi que la représentativité des données collectées dans les chapitres suivants. La troisième partie spatialisera les flux de déchets (déchets municipaux et déchets des activités économiques) identifiés, de façon non exhaustive, sur les villes étudiées. La quatrième partie relativisera la question des distances parcourues (et de l'empreinte spatiale) à travers une évaluation de l'empreinte environnementale des modes de transport et de traitement des différentes filières identifiées. Enfin, la dernière partie cherchera, en s'appuyant sur le discours produits par les acteurs du domaine, à analyser la façon dont chacun perçoit et met en pratique le principe de proximité dans la gestion des déchets. L'objectif est de comprendre dans quelle mesure l'économie circulaire doit être considérée comme étant de « proximité » en fonction des contextes et des types de déchets.

Ce rapport est le résultat du projet de recherche MUEED (Métabolisme Urbain, Empreinte Environnementale et politiques de gestion des Déchets), financé par l'appel « Déchets et société » de l'ADEME et réalisé entre 2013 et 2016.

¹ L'objectif est ici de travailler sur l'intégralité des déchets produits par un territoire urbain, depuis les déchets municipaux, jusqu'à ceux des activités économiques. Il ne s'agit donc pas de ne s'intéresser qu'à la gestion de la collectivité locale, mais bien aux pratiques de l'ensemble des acteurs du territoire.

1. INTERET ET MESURE DU PRINCIPE DE PROXIMITE DANS LA GESTION DES DECHETS

Si le principe de proximité fait partie des obligations en terme de gestion des déchets, son application est des plus complexe et fonctionne à géométrie variable. La volonté politique d'établir ce précepte répond à des enjeux essentiellement sanitaires : éviter d'exporter les nuisances et limiter les transports, sources de risques potentiels. Pour autant, des conceptions plus profondes sous-tendent ce principe, telles que l'autonomie des territoires dans leur approvisionnement en matière première et dans le traitement de leurs rejets. Ces approches ont évolué durant les dernières décennies pour aboutir à une gestion techniquement et économiquement rationalisée des filières de déchets. Pour autant, le concept d'économie circulaire remet la dimension territoriale au cœur de la gestion des déchets, intégrant des enjeux sociaux et environnementaux. Il est alors important de considérer l'ensemble des matières de récupération et des flux de matière dans l'analyse, pour caractériser et réfléchir à la dimension territoriale, qui ne se limite plus aux découpages administratifs.

Des méthodologies, actuellement en phase de structuration théorique, offrent des pistes nouvelles pour connaître les flux circulants sur les territoires et le potentiel d'utilisation locale des matières de récupération que peuvent constituer certains déchets. Du métabolisme territoriale, à l'écologie industrielle et/ou territoriale, les champs scientifiques s'étoffent. Ce premier chapitre pose le cadre théorique des réflexions menées dans ce rapport et définit les méthodologies mobilisées. Celles-ci seront adaptées afin de répondre aux objectifs de l'étude. Elles seront ensuite caractérisées de façon empirique, en s'appuyant sur des données manipulées à l'échelle de trois villes (Rennes, Le Mans et Marne-La-Vallée). Leur contexte territorial sera présenté en fin de cette première partie.

1.1. Les enjeux de la dimension spatiale de la gestion des déchets

De l'empreinte environnementale à l'empreinte écologique, les déchets sont pour l'essentiel abordés sous leur angle technico-économique. La dimension spatiale de leur gestion, les enjeux environnementaux, sociaux et politiques qu'ils sous-tendent sont souvent relayés au second plan. La réflexion se centre ici sur les enjeux théoriques d'intégrer une analyse spatiale à la gestion des déchets.

1.1.1. La proximité comme hypothèse initiale

La ville est un territoire assez tôt apparu en phase avec le concept de développement durable, tant d'un point de vue technique de mise en place des pratiques nouvelles, que de gouvernance et d'appropriation culturelle. Les premiers auteurs ont en effet cherché à définir la ville durable comme allant vers un modèle d'autosuffisance territoriale (Morris, 1982). Cyria Emelianoff (2007) relate que les premières réflexions sur la ville durable cherchaient à « stimuler la capacité à satisfaire localement les besoins fondamentaux » et à ne pas exporter les coûts de développement. L'idée était alors d'organiser des communautés tendant vers l'autosuffisance en termes d'approvisionnements en matières premières, notamment alimentaires et énergétiques. Il s'agissait également de ne pas aller au-delà de la capacité de charge de l'environnement en termes de réception de rejets émis par la ville. La mise en œuvre de ce concept sur un territoire limité dans sa dimension, permet d'en maîtriser l'ensemble des enjeux et des interactions complexes.

L'arrière-pensée qui s'organise autour de la ville se limite alors à cet espace offrant une capacité de charge théorique suffisante. Ainsi, le territoire urbain serait en capacité de s'approvisionner et de se défaire de ses rejets en s'appuyant sur son environnement naturel et rural proche. Au-delà de la facilité fonctionnelle à travailler à l'échelle d'une ville, une délimitation artificielle de l'espace telle qu'imaginée ici, permet de maîtriser les flux et les acteurs de façon raisonnée. Edwin Zaccaï perçoit cette approche comme une application du « penser global, agir local », c'est-à-dire l'idée de mettre en application les principes du développement durable aux échelons locaux (Zaccaï, 2011).

Cependant, cette première vision de la ville durable comme structuration territoriale délimitée des flux de matières revêt rapidement des limites en niant la complexité des interdépendances à toutes les échelles. Cette idée de ville autosuffisante ne va finalement jamais s'imposer, au profit d'une idée plus large. La dimension territoriale de la ville durable s'efface alors pour ne conserver que l'échelon de l'action publique et de la modification des pratiques. La ville n'est alors souvent que l'échelon politico-administratif permettant de mettre en œuvre des préconisations plus larges. Les limites de la ville

autosuffisante sont tout d'abord les logiques commerciales et économiques globalisées qui font craindre toute tentative de structuration des échanges au niveau local². Ensuite, la sécurisation des approvisionnements alimentaires, énergétiques et matières, ainsi que la volonté d'une résilience³ territoriale élevée, imposent une capacité de connexion à des flux d'échanges mondiaux afin de satisfaire les besoins élémentaires de la ville à une échelle plus large en cas de difficultés. Enfin, les économies d'échelle et la spécialisation technologique, centrale dans l'activité des déchets, vont également dans le sens d'une nécessaire intégration dans des réseaux non limités à un territoire en particulier. L'ensemble de ces éléments est à la source de politiques de flux de déchets très souvent a-territoriales.

Pourtant, la prise en compte de la proximité dans les flux de matières semble prendre de l'importance face à une affirmation de nouveaux enjeux sociaux et environnementaux, revenant ainsi aux définitions initiales de la ville durable. La dynamique nouvelle de mise en place de circuits courts alimentaires permet d'insister sur la notion de proximité dans les flux de matières. Concernant les déchets, les acteurs locaux ont un regard bienveillant sur cette approche. Celle-ci permet d'une part de limiter l'impact potentiellement négatif des déchets sur leur environnement (limitation des transports de matières nuisibles, limitation des émissions de gaz à effet de serre, limitation du prélèvement de matières premières, etc.). D'autre part, elle favorise un impact positif sur l'environnement, à travers l'utilisation locale de matières de récupération.

Par ailleurs, la recherche de conséquences socio-économiques positives est toujours plus prise en compte grâce à la création d'emplois que peut engendrer une économie locale dynamique s'appuyant en partie sur ces matières de récupération et sur l'activité du recyclage et du réemploi. L'enjeu socio-économique revêt une importance d'autant plus grande que la gestion de la proximité permet de tirer profit de la matière de récupération pour tenter de structurer une économie locale et de créer des emplois non délocalisables. En effet, il ne s'agit pas seulement de traiter les déchets à proximité, mais également de permettre à des activités industrielles et agricoles proches des villes de se développer pour transformer et utiliser cette matière de récupération, qualifiée de « matière secondaire » ou de « matière première urbaine » (Barles, 2005). La ville est alors perçue comme une grande consommatrice de ressources qu'elle ne puise aujourd'hui plus localement. Ces matériaux pourraient très bien être fournis par les filières locales de valorisation des déchets. Une meilleure prise en compte de la « proximité » dans l'utilisation des matériaux est ainsi un enjeu de durabilité pour la ville (Duret et al., 2007).

Ces questions de recherche, qui interrogent la proximité dans la gestion des matières premières urbaines et leur mise en valeur locale, restent pour le moment très peu abordées : « Dans ce sens, il est possible d'interroger le concept de proximité spatiale et sociale ; la gouvernance des flux, impliquant le rôle des modes de vie et pratiques urbaines dans l'échange de matières ; et le rôle des acteurs locaux et territoriaux. A ce jour, ce champ de recherche est incomplet »⁴ (Barles, 2010). La proximité dans la gestion des déchets peut également être comprise par la remise en cause du paradigme des grands réseaux techniques centralisés longtemps dominant. Ils sont aujourd'hui contestés par l'impératif du développement urbain durable, car « le métabolisme réticulaire tend à s'opposer terme à terme au métabolisme « écocyclique » vanté par les tenants de la « ville durable » (Coutard et Rutherford, 2009). En effet, l'organisation territoriale des grands réseaux est fondée sur un modèle d'expansion des grands systèmes favorisant les économies d'échelle et les moindres coûts de transaction, alors que « l'écocycle urbain durable » repose sur des cycles courts, la relocalisation du métabolisme urbain et une volonté d'autonomie (Coutard, 2010). Par ailleurs, la fin de la ville "d'hier" qui s'établissait sur des rapports et oppositions très distinctes entre ville et nature, entre centre et périphérie, a été exposée par différents auteurs (Choay, 1994), amenant le terme d'urbanisme réticulaire. L'ensemble de ces logiques se met également en place sur les filières de gestion des déchets.

² Objet d'un débat animé lors des Assises Nationales des Déchets de Nantes, en octobre 2013, entre des élus et des dirigeants d'entreprises.

³ La résilience d'un territoire peut être définie comme la capacité d'un territoire à retrouver un fonctionnement acceptable et à mettre en place des processus d'apprentissage et d'adaptation après la crise.

⁴ « In this way, it is possible to question the concepts of proximity, both spatial and social; the governance of flows, including the role of lifestyle and urban practices in material exchanges; and the role of local and territorial stakeholders. To date, this field of interdisciplinary research is fragmentary ».

1.1.2. Quelle place pour la proximité dans la gestion des déchets en France ?

La politique de gestion des déchets prône depuis les années 1990 un rapprochement des territoires de production des déchets avec les territoires de traitement, au nom du principe de proximité. Ce principe est un élément majeur du processus de territorialisation de la politique des déchets. Il est mobilisé avec plusieurs objectifs.

Il apparaît dans la loi sur les déchets de 1992⁵ dans un objectif de limitation du transport des déchets et de leurs risques inhérents. Ce texte impose la réalisation de plans à l'échelle départementale pour les déchets non dangereux et à l'échelle régionale pour les déchets dangereux. Ces plans ont pour objectifs d'organiser et de planifier le traitement des déchets à ces deux échelles. « Chaque département [ou région dans le cas de l'Île de France] doit prévoir une forte autonomie territoriale en matière d'installations de traitement. Le « tourisme des déchets », fréquemment dénoncé tant à un niveau international, que transfrontalier ou national, devrait dès lors constituer une exception » (Buclet, 2012). Outre les aspects environnementaux, invoquer le principe de proximité permet également de définir « un territoire d'appartenance, et implicitement un territoire d'acceptation des nuisances résultant de l'élimination de « nos » déchets » » (Rocher, 2006). Il s'agit alors de responsabiliser les citoyens à la gestion de leurs déchets, la proximité permettant leur appropriation (Méry et al., 2009 ; Nicourt et Girault, 2006 ; Rocher, 2006 ; Rocher, 2008). Les échelles départementales et régionales n'apparaissent alors plus comme les mieux adaptées à la mise en place de cette proximité de gestion. « On lui préfère des formes plus souples telles que des « bassins d'activités », des « communautés de destin » (CGP, 2003) ou encore des territoires intermédiaires (ADEME, 2005) » (Rocher, 2008). Depuis quelques années, le déchet n'est de nouveau⁶ plus seulement vu comme une nuisance, mais comme une ressource (Bahers, 2012 ; D'Arras, 2008). Une gestion de proximité permet ainsi de réinjecter dans l'économie locale les déchets produits sur le territoire via des filières de recyclage (économie circulaire).

Plusieurs visions de la proximité en fonction du type de déchets, de la filière de gestion ou de l'échelle d'étude semblent coexister. Des considérations économiques, de gouvernance sont à prendre en compte dans la localisation des sites de traitement. Ce choix dépasse les seules questions de gouvernance et les enjeux de proximité. Il est lié à des logiques économiques (économie d'échelles, concurrence) ou techniques (procédés spécifiques pour certains déchets). Certains travaux ont aussi mobilisé la grille d'analyse socio-économique de la proximité⁷, notamment les travaux de Bazin et al.. Ces derniers, concernant l'étude des filières de DEEE (Déchets d'Équipement Électrique et Électronique) et VHU (Véhicules Hors d'Usage) en France, ont ainsi montré que l'organisation spatiale des activités dites de collecte de ces déchets privilégie la « proximité géographique des marchés » (Bazin et al., 2009), de même que les activités de démantèlement/déconstruction qui nécessitent une main-d'œuvre importante et peu qualifiée. En revanche, les activités de traitement spécifique des DEEE et VHU, une fois triés et regroupés, s'appuient sur « la proximité organisée [...] sur des lieux différents répondant à une logique de concentration de flux de matières devenues homogènes grâce au tri » (Bazin et al., 2009). En effet, ces entreprises s'affranchissent plus facilement des contraintes logistiques, car c'est la spécificité de l'outil et la performance de la transformation qui influe sur la circulation des flux. Aujourd'hui, le législateur ne définit pas précisément la proximité. La directive européenne de 2008 sur les déchets déclare que « le traitement des déchets doit permettre l'élimination ou la valorisation des déchets dans l'une des installations appropriées « les plus proches » » (Directive 2008/98/CE, article 16). L'article L541-1 du Code de l'Environnement affirme qu'il faut « organiser le transport des déchets et le limiter en distance et en volume ». Aucune information n'est donc donnée sur l'échelle territoriale à laquelle s'applique ce principe (Méry et al., 2009).

Enfin, les filières à Responsabilité Élargie du Producteur qui sont organisées par les professionnels et non plus par les collectivités, prennent peu en compte le principe de proximité (Bahers, 2014). Les éco-organismes s'affranchissent souvent de cette question spatiale et sociale. Ils

⁵ Loi n°92-646 du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement.

⁶ Le déchet a été considéré exclusivement comme une ressource jusqu'à la fin du XIX^e siècle où il était généralement réinjecté dans l'économie locale (amendement des terres agricoles, recyclage, réutilisation, etc.) (Barles, 2005).

⁷ Nous faisons référence au corpus théorique dense des études de la proximité dans le développement économique territorial, notamment les effets de la proximité spatiale dans l'émergence de systèmes productifs locaux (voir notamment (Pecqueur et Zimmermann, 2004).

formalisent des contrats avec des prestataires logistiques et de traitement qui sont choisis seulement selon des critères de respect de la réglementation et de coûts de transport et de traitement. Les filières s'organisent donc autour de grands pôles de traitement sans lien avec les échelles de planification, et sans prendre en compte les spécificités territoriales.

Cette planification territoriale évolue d'ailleurs. Après avoir été essentiellement mis en œuvre à l'échelle départementale (pour les déchets ménagers et les déchets du bâtiment et des travaux publics, alors que les déchets dangereux sont planifiés à l'échelle régionale), elle va maintenant être organisée à l'échelle des nouvelles régions. Ceci s'inscrit dans la réforme territoriale à l'œuvre aujourd'hui, amenant à la création de grandes régions et le renforcement généralisé de leurs prérogatives. C'est le résultat de la loi NOTRE (Nouvelle organisation territoriale de la République), publiée en août 2015. La région est maintenant le territoire qui va se charger de l'ensemble de la planification territoriale. L'objectif est multiple. Il s'agit d'une part de mettre en cohérences les différents documents de planification (économique, énergétique, environnementaux, transport, etc.) en les réalisant à une même échelle et dans un processus concerté. Il s'agit d'autre part, concernant les déchets, de reconnaître que l'échelle départementale n'était plus adaptée à la diversification des filières, à la multiplication des acteurs, à l'agrandissement des aires de chalandises des centres de stockage des déchets et même aux questionnements récurrents autour de la valorisation énergétique.

1.1.3. De l'empreinte écologique à l'empreinte environnementale

Dans le projet initial, nous faisons référence à l'empreinte écologique comme notion de base de notre réflexion. Nous la définissons comme « la surface correspondante de terre productive et d'écosystèmes aquatiques nécessaires pour la production des ressources utilisées et l'assimilation des déchets produits par une population définie à un niveau de vie spécifié » (Wackernagel et Rees, 1996). Cependant, afin de mener à bien notre réflexion sur la proximité, cette notion est apparue restreinte. Nous avons eu besoin de l'élargir pour aller vers celle d'empreinte environnementale. Cette dernière « vise à décliner les impacts du métabolisme urbain [...] sur la biosphère » (Barles, 2008). Elle ne se limite donc pas à la surface de sol nécessaire, mais tente de mesurer l'impact sur l'ensemble de l'environnement local et global. Notion vaste et dont il est possible de s'approprier la définition en fonction du contexte, l'empreinte environnementale inclut également une dimension spatiale dans son analyse. En effet, "l'empreinte environnementale d'une ville est l'influence qu'exerce cette ville du fait de son métabolisme sur les territoires qui l'entourent. La localisation, aussi bien que la nature de cette influence, déterminent le type de relations qui s'établissent, sur le temps long, entre la ville et les milieux ruraux qu'elle influence » (Barles, 2008). Un numéro spécial de la revue « Regional Environmental Change » issu du Projet ANR CONFLUENT⁸ traite des empreintes environnementales des villes au travers onze études de cas dans des temporalités longues (Billen et al., 2012). Ce numéro veut remettre la question des relations entre la ville et son hinterland au centre des préoccupations à l'opposé de la vision du monde globalisé dans lequel les villes sont de simples nœuds des réseaux d'échanges mondiaux. Ces travaux appellent ainsi à une meilleure caractérisation des empreintes environnementales urbaines en fonction des espaces ruraux qui approvisionnent la ville en eau, matériaux et nutriments.

Cette notion nous est donc apparue plus intéressante pour travailler sur les effets territorialisés de la gestion des déchets que l'empreinte écologique. Nous considérons l'empreinte écologique comme un outil permettant de travailler sur un des aspects de l'empreinte environnementale : l'évaluation des impacts environnementaux spatialisés de la gestion des déchets (cf. partie 4).

1.1.4. Comment étudier la dimension spatiale des flux de déchets ?

Cette étude cherche donc à questionner la proximité en matière de gestion des déchets. Pour cela, le choix a été fait de baser notre travail sur l'étude des flux de déchets et de mobiliser ainsi les notions de métabolisme urbain et d'empreinte environnementale. Plusieurs axes d'interrogations permettent de structurer la réflexion :

- Quelle est la réalité de la proximité de traitement des déchets sur un territoire ? Où les déchets sont-ils traités ? Cette première question vise à faire un état des lieux des territoires mobilisés pour le traitement des déchets produits sur un territoire donné. Est-ce qu'une gestion de proximité des déchets est possible ? Si oui pour quels déchets ? Y-a-t-il des différences entre

⁸ *CONnaissance des FLux Urbains, Empreintes environnementales et gouvernance durable* » (CONFLUENT) dirigé par Sabine Barles du programme ANR Ville Durable.

- les typologies de déchets ? Ces questionnements permettront également de nous interroger sur la diversité des proximités, alors envisagée à géométrie variable.
- En quoi les impacts environnementaux des déchets sont influencés par la question de la distance entre le lieu de production et lieu du traitement du résidu ? Comment peut-on exprimer la question de la distance sur des impacts sur l'environnement mesurables et opérationnels ? Dans quelle mesure peut-on s'appuyer sur des indicateurs déjà établis ? Quelle est la pertinence spatiale des outils de l'évaluation environnementale de la gestion des déchets ? Il s'agit ici d'exprimer grâce à des indicateurs standardisés les impacts de la question de la proximité dans la gestion des déchets et d'interroger ces indicateurs, de plus en plus utilisés pour l'évaluation des politiques publiques.
 - Quels sont les impacts de cette analyse spatiale sur la biosphère ? Dans quelle mesure il est pertinent de réfléchir en termes de proximité, au vu des impacts environnementaux globaux, incluant à la fois l'étape du transport des déchets, mais également celle du traitement ? Il s'agira ici de mettre en perspective les impacts environnementaux du transport des déchets, au regard des impacts (nuisances et aménités) du traitement. Nous resituerons ainsi la question de la proximité spatiale dans des enjeux environnementaux plus larges.

Enfin, il s'agit de questionner les liens entre les territoires fonctionnels de la gestion des déchets et les territoires de la planification et les échelles de l'action publique. Comment mettre en place l'inter-territorialité, comment faire travailler les territoires entre eux, quelles logiques de complémentarité ou de concurrence entre les territoires ? Comment peut s'opérationnaliser une économie circulaire de proximité dans les plans d'action publique et dans les stratégies des territoires afin de structurer cette proximité ?

1.2. Méthodologie : quatre approches pour étudier la proximité

A la suite du cadre théorique, il s'agit maintenant d'offrir un cadre analytique précis permettant de mesurer la pertinence de la notion de proximité. Pour cela, une série d'approches ont été développées, afin de construire des indicateurs et à des questionnements, dans le cadre d'un périmètre de système d'étude bien défini. Afin de répondre aux grands axes d'interrogations présentés dans la partie précédente, quatre approches ont été définies, mobilisant des approches, des outils et des notions différentes.

1.2.1. Première approche : le métabolisme urbain

Avant d'aboutir à la mesure de l'empreinte environnementale et de ses interactions avec les territoires de l'action publique, il est important d'offrir un panorama global des flux de matière à l'échelle des territoires étudiés. Les conceptions relatives au métabolisme urbain offrent un corpus méthodologique intéressant pour mesurer la spatialité de l'empreinte des déchets. Le métabolisme urbain permet de considérer la ville comme un système dont le fonctionnement dépend des flux entrants et sortants (Decker et al., 2000 ; Fischer-Kowalski et Hüttler, 1998 ; Wolman, 1965). Il permet de refléter quantitativement les échanges entre le territoire et son environnement et d'inscrire les déchets dans une vision quantitative du fonctionnement de la ville. Il a pour but d'analyser le fonctionnement « matériel » d'un territoire et permet de refléter quantitativement les échanges de ressources entre les sociétés urbaines et l'environnement, offrant « une vision synthétique de la matérialité de nos sociétés » (Barles, 2007). En liant ensuite cette circulation des flux avec les pratiques sociales, le métabolisme urbain peut être utilisé dans la construction des politiques d'aménagement du territoire (Broto et al., 2012).

Cette vision systémique considère les déchets comme un enjeu stratégique de diminution des consommations en amont et de réduction des pollutions en aval. Elle montre aussi que les déchets sont considérés comme une production de ressources par la ville qu'il faut pouvoir évaluer. En effet, des filières de collecte, de démantèlement, de récupération, de recyclage et de valorisation s'organisent pour traiter ces flux sortants et en réinjecter une partie dans le système (cas des ressourceries au niveau local par exemple, ou de l'industrie à une échelle plus large). L'enjeu de ce projet est donc de suivre ces flux de valorisation afin de connaître leurs trajectoires, mais aussi les gisements de ressources directement perdus (puisque transférés vers d'autres territoires ou dans des centres de stockage et des installations de valorisation énergétique). L'apport scientifique de ce travail se situe ici au niveau de l'enrichissement méthodologique du métabolisme urbain, car peu d'études

abordent la notion d'espace en lien avec le système urbain étudié⁹. L'une des contributions de cette recherche est donc d'intégrer une vision multiscale du métabolisme en interrogeant les lieux de transit et de destination des flux.

L'objectif de la première approche est donc d'identifier le métabolisme des villes d'étude (quand cet exercice est a plupart du temps réalisé à l'échelle départementale ou régionale). La caractérisation du métabolisme permettra ensuite de relativiser la représentativité des flux collectés de façon empirique, et d'estimer la part des déchets et de leur impact dans un tout métabolique plus large.

1.2.2. Deuxième approche : l'empreinte spatiale

A la suite du travail théorique sur le métabolisme territorial, il sera question de l'empreinte spatiale du traitement des déchets, c'est-à-dire du territoire mobilisé pour les opérations « de valorisation ou d'élimination, y compris la préparation qui précède la valorisation ou l'élimination » (Directive 2008/98/CE, Article 3, alinéa 14). Pour cela, les flux de déchets seront recensés, de façon la plus exhaustive possible, notamment en définissant l'endroit où ils sont traités. Nous nous inspirerons ici de la méthode MFA (*Material flow analysis*) qui vise à mesurer des flux de matières en entrée et en sortie d'un système défini (Brunner et Rechberger, 2004). Les outils relatifs au métabolisme urbain permettent d'avoir cette vision quantitative des flux de déchets, tout en la complétant par une analyse spatiale. L'approche multiscale offre un regard nouveau sur le métabolisme urbain.

L'empreinte spatiale sera réalisée sur la base de données collectées de façon empirique, auprès des producteurs ou des collecteurs de déchets au niveau local. La base de données constituée est donc incomplète et revêt une marge importante d'incertitudes. Elle permet toutefois de cartographier certains flux et d'avoir une représentation spatiale de l'emprise des villes en terme de gestion de leurs déchets. Les indicateurs construits concerneront la taille des flux par types de déchets, le lieu de traitement de chaque flux, ainsi que la distance par rapport au territoire de production.

1.2.3. Troisième approche : les impacts environnementaux spatialisés

➤ Une empreinte environnementale légère sur l'ensemble des flux de déchets

Le troisième niveau vise une approche plus large que la seule mesure de l'empreinte spatiale à travers la mesure et la spatialisation des impacts environnementaux. Cette approche mobilise ainsi plusieurs outils relatifs à l'évaluation environnementale, faisant l'objet de méthodologies très précises et documentées : l'empreinte écologique, l'analyse du cycle de vie et le bilan carbone. Ces méthodes seront appliquées sur la base des données collectées empiriquement dans la deuxième approche (empreinte spatiale). Elles proposent une traduction de cet inventaire en termes d'impacts. Le projet de recherche PRODDEVAL¹⁰ décrit les résultats potentiels en termes d'impacts comme les suivants :

- L'empreinte écologique permet « d'évaluer la pression exercée par l'activité humaine sur l'environnement par une quantification de la surface productive nécessaire à une population pour vivre durablement » (Aissani et al., 2012).
- Le bilan carbone évalue l'impact environnemental d'un système en quantifiant ses émissions de gaz à effet de serre.
- L'ACV évalue les impacts environnementaux potentiels d'un système en considérant toutes les étapes de son cycle de vie. « Tout au long du cycle de vie, les flux entrants et sortants de l'environnement sont identifiés et quantifiés afin d'identifier et quantifier les impacts environnementaux associés » (Aissani et al., 2012).

Sans appliquer de façon stricte chacune de ces méthodes, elles serviront de base à la définition des indicateurs permettant de mesurer les impacts environnementaux spatialisés. Cette approche permettra de s'appuyer sur des indicateurs généraux concernant l'impact des modes de transport et des distances parcourues, en comparaison des impacts des modes de traitement. Il sera alors possible de relativiser la distance parcourue par les déchets en fonction d'une éventuelle réduction de l'impact environnemental global permise par certains modes de recyclage. Au contraire certaines

⁹ En général, ces études se contentent de préciser que ces flux sortent du territoire d'étude, mais n'évoquent pas la question de la distance aux lieux de production.

¹⁰ Le projet PRODDEVAL (PROcessus Décisionnels Déchets et EVALuation) est porté par l'IRSTEA, et implique également l'ENGEES et l'entreprise Médiation & Environnement. Il est financé par l'ADEME dans le cadre du programme « Déchets et société – Individus et jeux d'acteurs ». Ce projet vise à comprendre la place des outils d'évaluation environnementale tels que l'empreinte écologique, le bilan carbone ou l'ACV dans les processus décisionnels en matière de gestion des déchets, à analyser leur efficacité et à proposer des pistes d'amélioration.

filières montreront que parcourir de grandes distances n'apporte pas d'apport environnemental majeur.

➤ **Comment mettre en place des indicateurs d'empreinte environnementale détaillée**

Pour autant, ces premiers indicateurs environnementaux ne rendent pas compte de l'ensemble des impacts des filières et des installations de traitement des déchets. Ils n'intègrent pas non plus la diversité des milieux et des pressions environnementales qui existent sur les trois terrains étudiés. LE chapitre 4 présentera les pistes existantes pour aller au-delà de cette première approche environnementale simpliste, sans que cette méthodologie plus poussée soit réellement applicable à l'échelle de l'ensemble des filières identifiées ici. Si une analyse complète des cycles de vie est par exemple réalisable à l'échelle d'un flux et d'une filière donnée, ce n'est plus possible pour un travail qui cherche à identifier l'ensemble des flux d'un territoire comme celui présenté ici. La partie exploratoire de l'empreinte environnementale ne visera donc pas des résultats empiriques, ni d'être exhaustif dans la collecte des données. L'objectif est au contraire de chercher la façon dont on peut mesurer l'ensemble des impacts environnementaux d'une filière complète de gestion des déchets et d'en évaluer la faisabilité.

1.2.4. Quatrième approche : analyse des politiques et des pratiques

Enfin, une quatrième approche s'appuiera sur les résultats des trois premières, afin de les croiser avec les discours des acteurs du territoire, avec les politiques publiques menées ainsi qu'avec les pratiques des entreprises et des organismes impliqués. Au-delà de la construction d'indicateurs quantitatifs spatialisés, les résultats de cette recherche résident dans l'analyse de l'opérationnalisation d'une économie circulaire locale dans les plans d'action publique et les pratiques des acteurs. Les interrogations sont par exemple nombreuses sur la façon dont la planification territoriale de la gestion des déchets permet de prendre en compte la notion de proximité des échanges de matières.

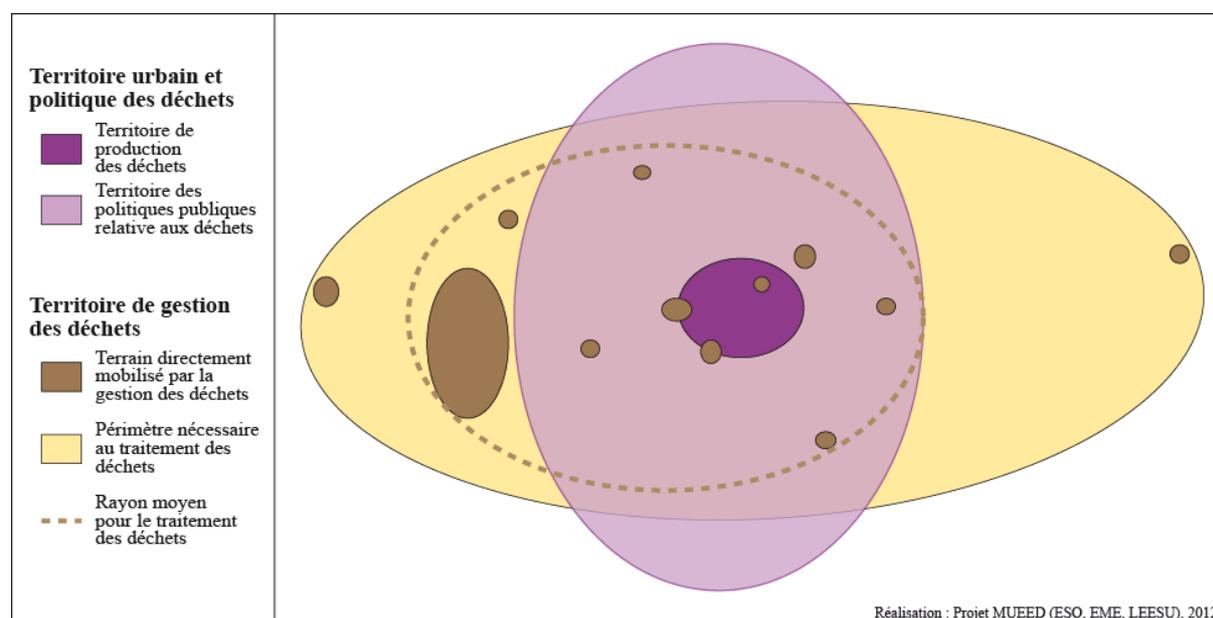


Schéma n°1. Articulation théorique entre l'empreinte spatiale et les échelles de l'action publique de la gestion des déchets

L'empreinte spatiale sera ainsi analysée face à des critères d'échelles de l'action publique et de territoires administratifs de la gestion des déchets. La question de la proximité sera ici étudiée au regard du cadre légal et des territoires de mise en place des politiques publiques. La limite administrative, cadre de l'action publique et de la planification territoriale, ne correspond en effet pas toujours à l'effectivité de la gestion des déchets. Ainsi, des territoires de planification se superposent avec des territoires fonctionnels du traitement des déchets (schéma n°1). Or, une communauté d'agglomération, un département ou une région peut difficilement influencer la gestion des déchets provenant de son territoire mais terminant en dehors de celui-ci. La mise en cohérence d'objectifs territorialisés se heurte alors à des logiques technico-économiques de transport et de traitement des

déchets qui se jouent sur des territoires parfois bien plus vastes que les territoires administratifs. Cela pose donc la question de l'articulation entre les différents territoires. Il s'agira de comprendre en quoi la dimension spatiale des politiques publiques peut évoluer afin de mieux intégrer les territoires effectifs de la gestion des déchets.

1.3. Délimiter le territoire et le système étudié

Pour fonctionner ce projet de recherche s'appuie sur des données collectées directement sur le terrain. Pour cela, il est important de définir précisément le périmètre de chaque paramètre intégré. C'est notamment le cas puisque trois terrains ont été développés en même temps, avec la nécessité d'une collecte harmonisée des données afin de pouvoir mener une réelle approche comparative.

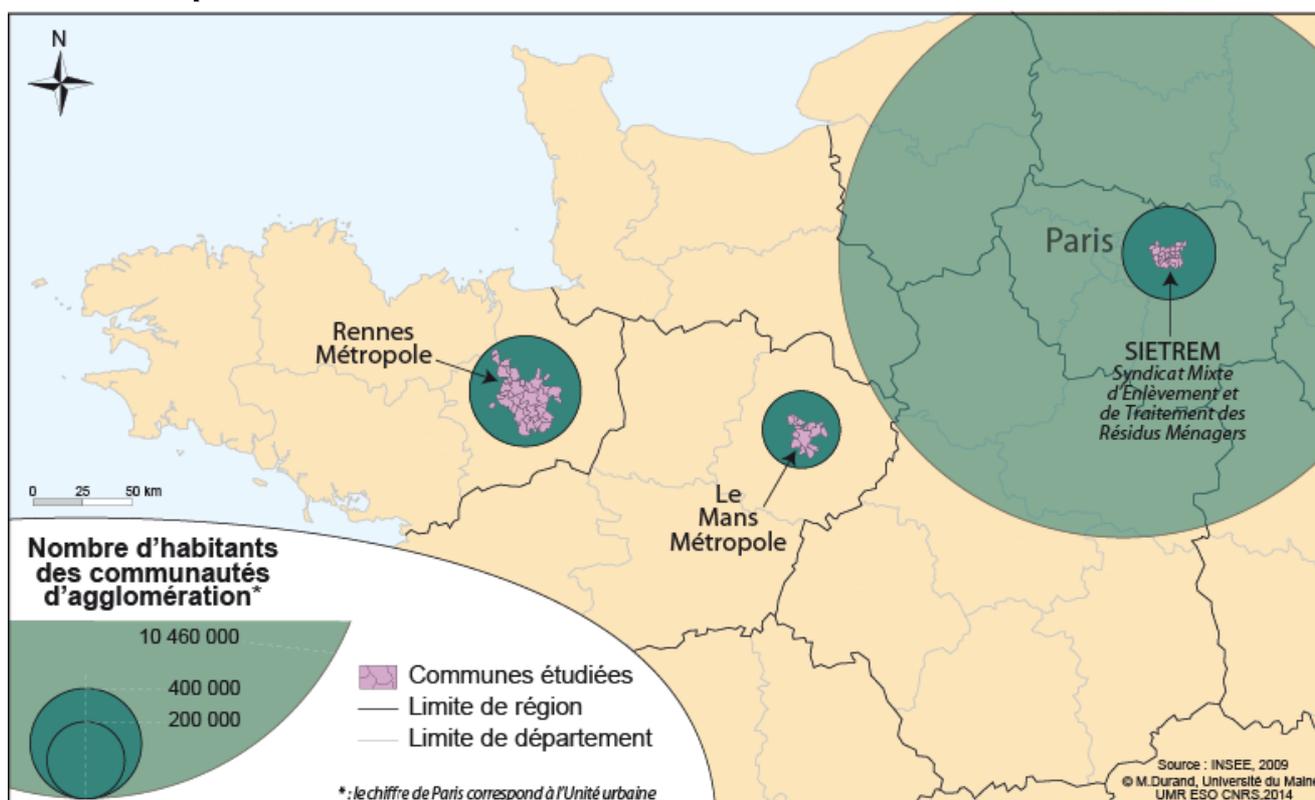
1.3.1. Le périmètre de l'étude et les limites du système

Afin d'avancer vers la collecte de données, voici les limites de l'étude concernant les types de déchets pris en compte, les frontières spatiales et les frontières du système.

➤ *Le périmètre des types de déchets*

Cette étude s'intéresse à tous les déchets produits sur un territoire défini, qu'ils soient ménagers ou issus des activités économiques (à l'exception des déchets des activités agricoles et sylvicoles). Afin de pouvoir comparer les terrains d'étude et les différentes filières de gestion des déchets, les données seront collectées prioritairement sur l'année 2012, date du dernier rapport annuel sur le prix et la qualité du service public d'élimination des déchets municipaux disponible au moment de la collecte. Il s'agira donc de l'année de référence.

➤ *Le périmètre du territoire*



Carte n°1. Les villes d'études du projet MUEED

Le territoire de référence est ici considéré comme étant la ville. Nous partons ainsi de la simplification intellectuelle de considérer la ville comme étant productrice de déchets et ayant besoin d'un hinterland proche pour s'en débarrasser. Il ne s'agit évidemment que d'une vue de l'esprit cherchant à délimiter un système clair, aux logiques différenciables des espaces avoisinants. Une fois ceci établi, il

n'est pour autant pas plus aisé de définir ce qu'est une ville. Sans rentrer dans les nombreux débats sur cette terminologie, nous avons fait le choix de nous limiter aux EPCI (Etablissement Public de Coopération Intercommunale) à fiscalité propre que sont les Communautés urbaines et Communautés d'agglomération (le cas du Mans et de Rennes). Ce choix est justifié par le fait que les espaces urbains sont aujourd'hui essentiellement gérés par ce type de structures administratives, mais également par la relative disponibilité des données à cette échelle. Il faut alors intégrer la différence de taille dans l'intégration des espaces ruraux avoisinants concernant ces territoires administratifs.

Pour le territoire de Marne-la-Vallée, nous avons fait le choix de travailler à l'échelle d'un syndicat intercommunal de collecte et de traitement des déchets (le SIETREM – Syndicat mixte d'Enlèvement et de Traitement des Résidus Ménagers). En Ile-de-France, les compétences de collecte et de traitement sont souvent réparties entre la commune ou une intercommunalité de type EPCI à fiscalité propre pour la collecte et une structure intercommunale sans fiscalité propre de type SIVU (Syndicat à Vocation Unique) ou SIVOM (Syndicat à Vocation Multiple) pour le traitement des déchets. Afin de faciliter la collecte des données, le choix a été fait de travailler sur un territoire où une seule et même structure détient les deux compétences. Ce choix permet également de mesurer si le territoire sur lequel la question des déchets est abordée par la même structure qui gère son développement économique favorise davantage une gestion de proximité des déchets, que celui dont les compétences et les missions en matière d'environnement, de développement économique, d'aménagement du territoire sont morcelées entre un syndicat mixte agissant exclusivement sur les déchets, des intercommunalités et des communes.

➤ **Le périmètre du système**

Ces trois territoires sont donc considérés comme étant les territoires producteurs de déchets. C'est-à-dire que nous chercherons à collecter les données concernant les déchets produits sur ces territoires administratifs. Cependant, le périmètre de notre système n'est pas pour autant défini. Le territoire de production sera considéré comme un système. La production des déchets en son sein n'est pas localisée. Les distances entre le site de production et le site de traitement seront calculées à partir d'un même point du territoire de production défini préalablement (km zéro).

L'étude des flux¹¹ se fera donc :

- Depuis le premier centre de regroupement du déchet après la collecte, que celui-ci soit localisé sur le territoire étudié ou en dehors,
- Jusqu'au centre qui va revendre la matière de récupération (matériaux issus du traitement des déchets qui se substituera à la matière première) (schéma n°2). Cela correspond au moment où le déchet sort de la catégorie « déchet » et devient matière de récupération, et donc qu'il est réintroduit dans le circuit économique.

Pour appréhender le moment où le déchet cesse de l'être pour entrer dans la catégorie des matières de récupération, nous nous appuyons sur la Directive déchets de 2008. Elle définit la fin du statut de déchet pour tout élément ayant « subi une opération de valorisation ou de recyclage et répondant à des critères spécifiques à définir dans le respect des conditions suivantes : la substance ou l'objet est couramment utilisé à des fins spécifiques ; il existe un marché ou une demande pour une telle substance ou un tel objet ; la substance ou l'objet remplit les exigences techniques aux fins spécifiques et respecte la législation et les normes applicables aux produits ; l'utilisation de la substance ou de l'objet n'aura pas d'effets nocifs pour l'environnement ou la santé humaine (valeurs limites pour les polluants et tout effet environnemental préjudiciable éventuel de la substance ou de l'objet) » (Damien, 2013)¹².

Pour nos travaux, nous considérons donc qu'une fois les déchets traités pour être valorisés, c'est-à-dire transformés en matières de récupération, ils ne rentrent plus dans les données à prendre en compte. La phase de traitement produit elle-même de nouveaux déchets (déchets secondaires) qui sont pris en compte dans notre étude à condition qu'ils soient issus des déchets produits sur les territoires de base préalablement défini.

¹¹ Nous entendons ici par « flux », le transport des déchets entre deux sites (n^x à n^{x+1}), et non le trajet complet du déchet du premier site de transit à sa sortie du statut déchet. Le traitement d'un même déchet se fait donc à travers plusieurs flux.

¹² Ces dispositions ont été reprises dans Code de l'environnement (Art. L 541.4.3).

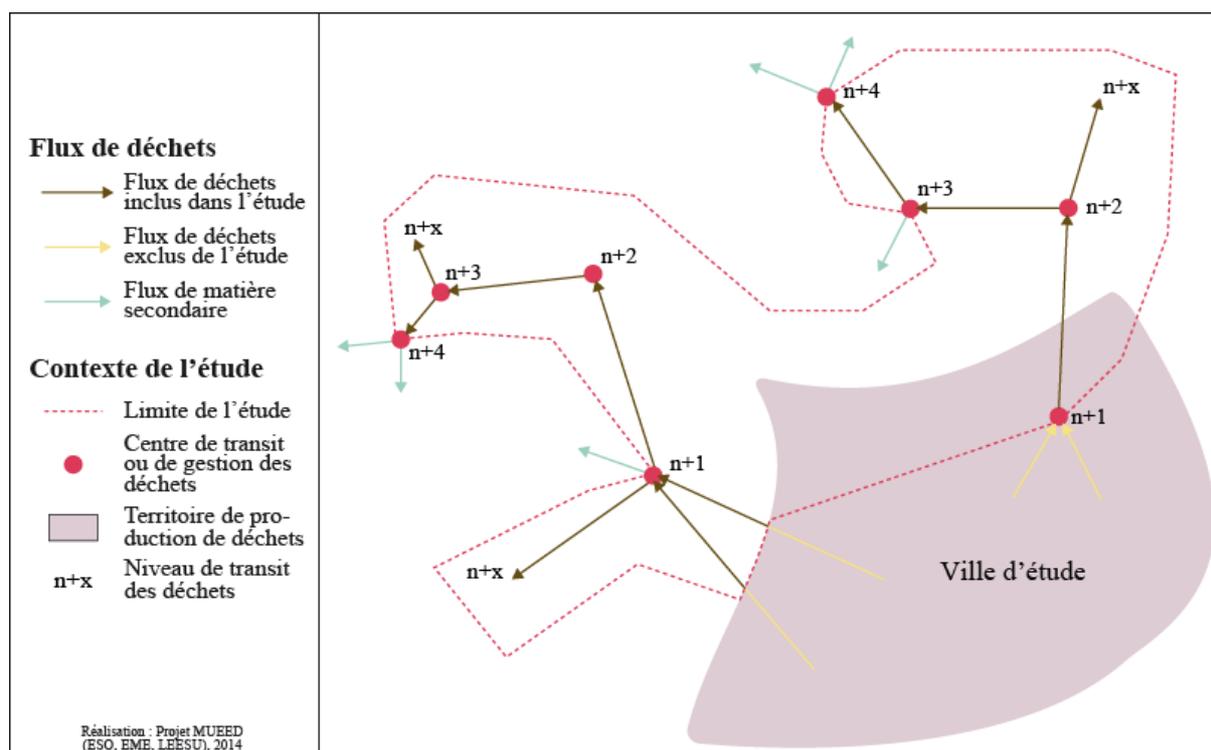


Schéma n°2. Périmètre du système pris en compte dans le cadre du projet MUEED

1.3.2. Trois terrains d'études

Les trois villes d'étude ont des caractéristiques démographiques, territoriales, politico-administratives, économique-productives, très différentes. Certaines caractéristiques sont décrites afin, par la suite, de les intégrer dans l'analyse des données. On remarque ainsi par exemple, qu'au delà du nombre d'habitants par territoire, Rennes Métropole inclue un grand nombre de communes rurales. Par conséquent, cela donne une densité de population bien plus faible que les autres territoires, pour l'essentiel urbain et donc des possibilités de gestion locale des déchets bien plus importantes.

La suite du rapport montrera que la production de DAE (Déchets des Activités Economiques) dépend largement de la structuration productive et économique du territoire. Il s'agit d'un aspect qui ne sera pas précisément établi dans ce rapport et qui mériterait d'être poussé en fonction des territoires et des types de matériaux.

	Rennes métropole	Le Mans métropole	SIETREM
Statut de l'EPCI	Communauté urbaine	Communauté urbaine	Syndicat Mixte
Nombre de communes (2012)	43	9 (14 en 2016)	31 + 3 Communautés d'Agglomération
Population (2012)	413 407	184 486	290 684
Superficie	704, 94 km ²	217,74 km ²	164 km ²
Densité	597 hab./km ²	910 hab./km ²	1772 hab./km ²

Tableau n°1. Caractéristiques des territoires d'études du projet MUEED en 2012

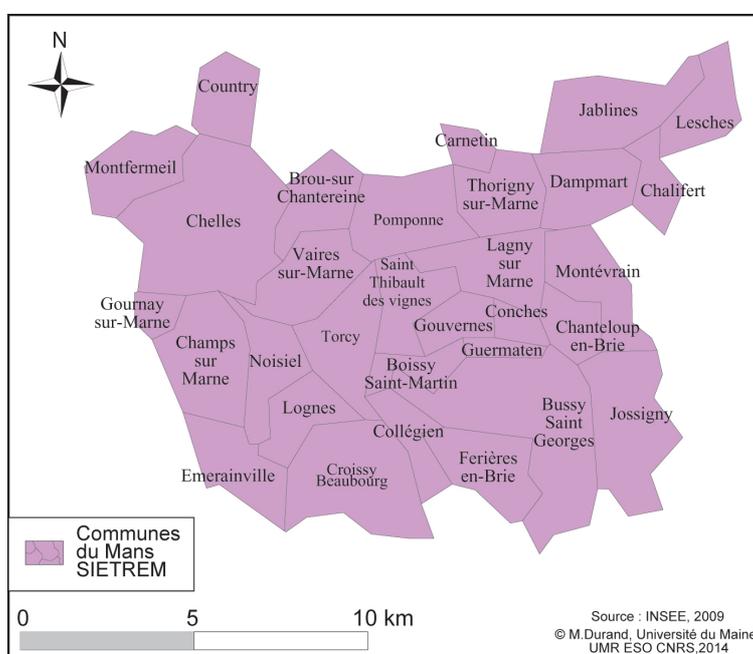
➤ **Le SIETREM : un syndicat centré sur la question des déchets, sans capacité d'action sur l'aménagement global du territoire**

Le SIETREM de Lagny-sur-Marne est un syndicat mixte de collecte et de traitement des déchets ménagers de l'agglomération parisienne. Il regroupait 283 283 habitants en 2012 et était composé de

vingt-huit communes de Seine-et-Marne et deux communes de Seine-Saint-Denis¹³. Ces communes sont elles-mêmes organisées en plusieurs EPCI. Cette structuration en plusieurs EPCI et la proximité avec Paris et sa petite couronne, font que le territoire n'est pas polarisé autour d'une commune-centre. Il est organisé autour de plusieurs communes : Chelles (52 817 habitants¹⁴), Montfermeil (25 963 habitants¹⁴), Bussy-Saint-Georges (25 135 habitants¹⁴), Champs-sur-Marne (24 499 habitants¹⁴), Torcy (22 866 habitants¹⁴) et Lagny-sur-Marne (20 306 habitants¹⁴).

EPCI	Nbre de communes	Nbre de communes dans le SIETREM	Compétence déchets de l'EPCI	
			Oui (<i>Délégation des compétences collecte et traitement au SIETREM par l'EPCI</i>)	Non (<i>Délégation des compétences collecte et traitement au SIETREM par la commune</i>)
CA Marne et Gondoire	17 (<i>en 2012</i>) 18 (<i>en 2014</i>)	16 (<i>en 2012</i>) 18 (<i>en 2014</i>)	X (depuis 2014)	
CA Marne et Chantereine	4	4	X	
CA Val Maubuée	6	6		X
CC de la Brie Boisée	5	1	X (délégation pour la seule commune de Ferrière-en-Brie)	
CA Clichy – Montfermeil	2	1		X
Commune hors EPCI				
Bussy-Saint-Georges (jusqu'au 1 ^{er} janvier 2014, date à laquelle la commune intègre la CA Marne et Gondoire)				
Gournay-sur-Marne				

Tableau n°2. Organisation institutionnelle des territoires membres du SIETREM



Carte n°2. Le territoire du SIETREM

¹³ Depuis 2014, la commune de Jablines a rejoint au syndicat à la suite de la prise de compétence « Protection et mise en valeur de l'environnement et du cadre de vie » par la Communauté d'Agglomération Marne et Gondoire.

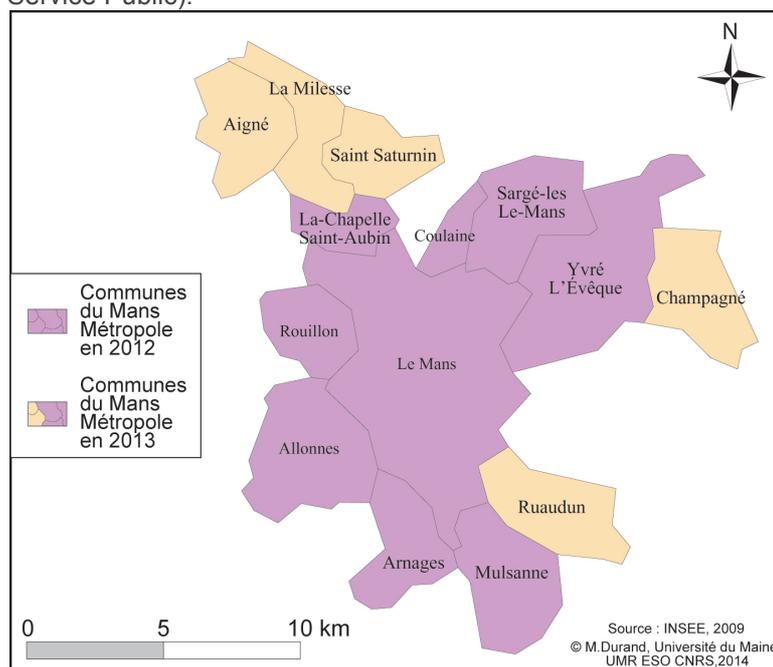
¹⁴ INSEE, recensement de la population de 2011

La gestion des déchets ménagers et assimilés est assurée par le SIETREM. Le syndicat fait réaliser la collecte, l'exploitation des déchetteries, le tri et le transfert des déchets par des prestataires privés dans le cadre d'un marché public. L'incinérateur des déchets est exploité par une entreprise privée dans le cadre d'une délégation de service public.

En complément de ces déchets ménagers et assimilés, les entreprises du territoire produisent également une quantité importante de déchets. Le tissu économique est caractérisé par une importante présence d'activités tertiaires. Le territoire de Marne-la-Vallée (ne recoupant pas entièrement celui du SIETREM) est le troisième pôle tertiaire d'Ile-de-France après Paris et La Défense : pôle d'enseignement supérieur et de recherche (Cité Descartes), pôle logistique d'ampleur métropolitaine¹⁵ avec notamment les plateformes logistiques de grandes enseignes (de C&A, de But, d'Auchan et des Galeries Lafayette), nombreuses activités commerciales (centres commerciaux, centrales d'achat comme l'UGAP ou EMC distribution, etc.), sièges sociaux (Nestlé France, Herta, Conforama, etc.). Enfin, le territoire garde également un caractère industriel (industries agro-alimentaires, imprimeries, travail des métaux, fabrication composés électroniques, etc.¹⁶).

➤ **Le Mans Métropole : une juridiction restreinte au territoire urbain**

Le Mans Métropole est une Communauté Urbaine de 197 353 habitants qui regroupe 14 communes autour de la ville du Mans (Sarthe) regroupant, à elle seule, 143 240 habitants (INSEE, 2011). L'EPCI (Etablissement Public de Coopération Intercommunale) était composé de 9 communes jusqu'en 2012 (date de début de la collecte des données¹⁷). La gestion des déchets ménagers et assimilés y est assurée directement par les services du Mans Métropole. La gestion des déchetterie se fait ainsi en régie. L'UVED (« Unité de Valorisation Énergétique des Déchets », c'est à dire l'incinérateur) est exploité par une entreprise privée dans le cadre d'une délégation de service public. Les autres étapes de traitement (tri, compostage, traitement des mâchefers, valorisation) sont réalisées par des entreprises privées dans le cadre de marchés publics (prestation de service) ou de DSP (Délégation de Service Public).



Carte n°3. Carte du Mans Métropole

En complément de ces déchets ménagers et assimilés, les entreprises du territoire produisent également une quantité importante de déchets. Le secteur économique du Mans est caractérisé par une présence industrielle ancienne et massive autour de l'industrie automobile notamment. Depuis

¹⁵ SDRIF Ile de France, 2013

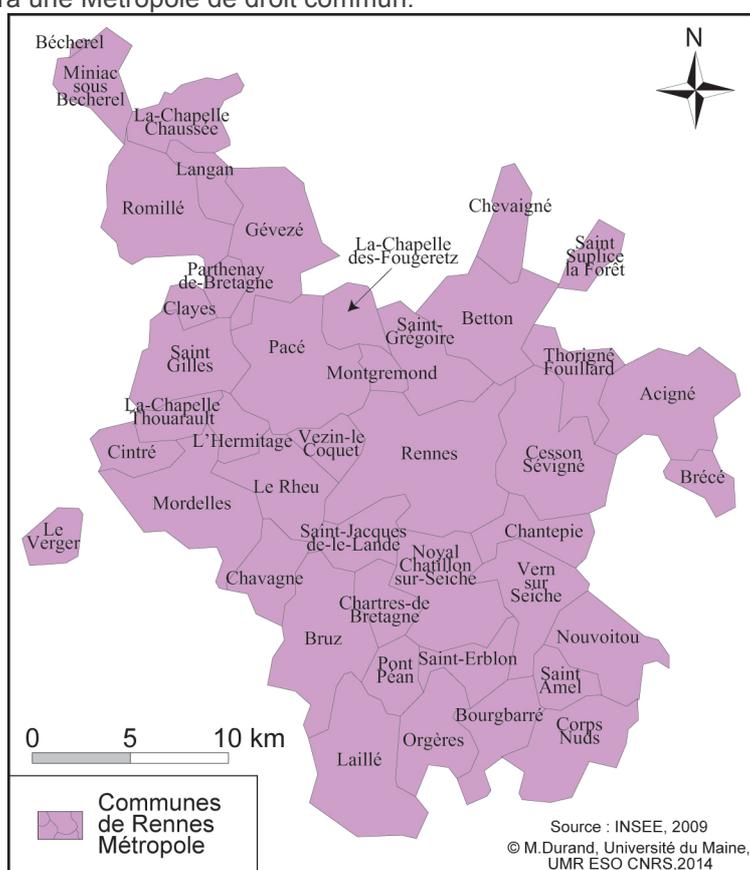
¹⁶ William Saurin, Eurofarad EFD, Imprimerie Jean Fort, AMCP, Aereco, Hoya France, etc.

¹⁷ C'est pourquoi les données collectées en 2012 ne concernent que les 9 communes du moment, alors que celles de 2013 concernent les 14 communes actuelles.

longtemps en perte de vitesse, ces activités se voient progressivement réduites au profit d'activités tertiaires (assurances, logistique, économie résidentielle) globalement moins productrices de déchets¹⁸.

➤ **Rennes Métropole : un large territoire rural au-delà de l'agglomération urbaine**

Rennes Métropole est une Communauté d'Agglomération située en Bretagne, à l'Est de la région, dans le département d'Ille-et-Vilaine, lui-même frontalier avec 6 autres départements (les Côtes d'Armor, le Morbihan, la Loire-Atlantique, le Maine-et-Loire, la Mayenne, et la Manche). Il s'agit de l'EPCI responsable de la collecte, du traitement et de la valorisation des déchets ménagers et assimilés des 37 communes adhérentes au 1^{er} janvier 2012¹⁹. La Communauté d'agglomération de Rennes Métropole regroupait 409 554 habitants en 2012 (INSEE, 2013), sur une superficie de 711 309 ha. La moitié de la population se trouve être concentrée sur les 50 400 ha de la commune de Rennes. L'agglomération est à la fois caractérisée par un habitat dense au niveau de la ville centre et d'un habitat rural sur une grande partie du reste de son territoire. Au 1^{er} janvier 2015, Rennes Métropole deviendra une Métropole de droit commun.



Carte n°4. Carte de Rennes Métropole

Dans le cadre de sa compétence « Collecte, traitement et valorisation des DMA », Rennes Métropole est propriétaire de deux unités de traitement des déchets ménagers et assimilés : une UVED exploitée en délégation de service publique par la société SOBREC ; une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) exploitée en prestation de service par l'entreprise Chariot DV. Par ailleurs, Rennes Métropole dispose de 17 déchetteries et de cinq plateformes de déchets verts, dont l'exploitation est gérée en marché de prestation de service par divers prestataires, tout comme l'ensemble de la collecte, et le traitement des déchets secondaires générés par l'UVED de Rennes.

¹⁸ INSEE, 2011, Le SCoT du Pays du Mans face au défi de l'attractivité, Dossier n°39, INSEE Pays de la Loire, 32p.

¹⁹ Au 1^{er} juillet 2012, la commune de Laillé a été rattachée à la communauté d'agglomération. Depuis, Rennes métropole compte 43 communes, avec l'adhésion de cinq nouvelles communes au 1^{er} janvier 2014 (Romillé, La Chappelle-Chaussée, Miniac-sous-Bécherel, Langan et Bécherel).

En complément de ces Déchets Ménagers et Assimilés, les entreprises du territoire produisent également une quantité importante de déchets. Le tissu économique est caractérisé par une présence importante d'activités tertiaires (services (dont le secteur du numérique détient une place importante), transport, commerce, activités financières et immobilières), ainsi qu'un tissu industriel tourné autour du secteur de l'automobile (avec l'implantation de l'usine PSA), et de l'industrie agro-alimentaire.

2. LA CARACTERISATION DU METABOLISME URBAIN

Avant de décrire les flux de déchets collectés empiriquement, leur empreinte spatiale et leur empreinte environnementale, il est important d'avoir une vision plus théorique et large sur l'ensemble des flux traversant les territoires étudiés. La notion de métabolisme territorial, s'appuyant sur des méthodologies maintenant constituées, permet d'appréhender l'ensemble de ces flux. Il s'agit des flux de déchets, mais également des flux entrants dans un territoire (matières premières, biens de consommation, etc.) et l'ensemble des flux sortants (exportations, émissions de polluants, etc.).

2.1. Le concept de métabolisme urbain

2.1.1. Une méthode pour appréhender l'impact des flux urbains

La question des déchets s'inscrit dans une vision globale du fonctionnement de la ville et représente un enjeu stratégique de diminution des consommations en amont et de réduction des pollutions en aval. Néanmoins, dans le cadre du métabolisme urbain, les déchets sont aussi considérés comme une production de ressources par et pour la ville, qu'il faut pouvoir évaluer. Des filières de collecte, de démantèlement, de récupération, de recyclage et de valorisation s'organisent pour traiter ces flux sortants et en réinjecter une partie dans le système (Bahers, 2013). L'enjeu du métabolisme urbain est aussi de suivre ces flux de valorisation afin de connaître leurs trajectoires, mais aussi les gisements de ressources directement abandonnées dans les centres de stockage et les installations de valorisation énergétique. Ces recherches permettant d'identifier la place des déchets dans le métabolisme urbain, interrogent les trajectoires et les territoires des flux entrants, sortants et des espaces de traitement de ces ressources-déchets. Afin d'aboutir à la mesure de l'empreinte environnementale et de ses interactions avec les territoires de l'action publique, les conceptions relatives au métabolisme urbain offrent un corpus méthodologique intéressant pour mesurer la spatialité de l'empreinte des déchets.

L'approche par le métabolisme urbain s'inscrit dans le champ de l'écologie industrielle et territoriale qui se définit comme « une écologie industrielle inscrite spatialement, qui prend en compte les acteurs des flux de matières, s'interroge sur les modalités de leur gestion et ne néglige pas les conséquences économiques et sociales des flux » (Barles, 2010). Le concept de métabolisme urbain a pour but d'analyser le fonctionnement « matériel » d'une ville et permet de refléter quantitativement les échanges de ressources entre les sociétés urbaines et l'environnement (Decker et al., 2000 ; Fischer-Kowalski et Hüttler, 1998). Cette investigation permet ainsi d'avoir « une vision synthétique de la matérialité de nos sociétés » (Barles, 2007). Elle permet de considérer la ville comme un système dont le fonctionnement dépend des flux entrants et sortants

De nombreux travaux sur les métabolismes urbains ont été conduits depuis la première définition (Wolman, 1965). Ce dernier avait tenté de modéliser le métabolisme d'une hypothétique ville américaine d'un million d'habitants, en établissant un bilan entrées-sorties. Il s'agissait de comprendre les besoins et les rejets d'une ville. Kennedy, Pincetl et Bunje (2011) ont établi un bilan chronologique des études depuis le travail de Wolman²⁰. On observe des approches variées. Certains travaux se focalisent sur l'énergie, les matériaux ou certaines substances particulières (comme le phosphore ou l'azote). Le choix de ces « entrées » révèle des problématiques telles que la productivité des ressources d'une ville, les formes urbaines, la gestion de l'eau, de l'énergie, des déchets ou les causes de la présence d'un polluant. Par ailleurs, les aires étudiées sont très souvent des métropoles mondiales, amenant une complexité parfois complexe à appréhender dans son ensemble.

²⁰ Élément détaillé dans les livrables intermédiaires du projet MUEED

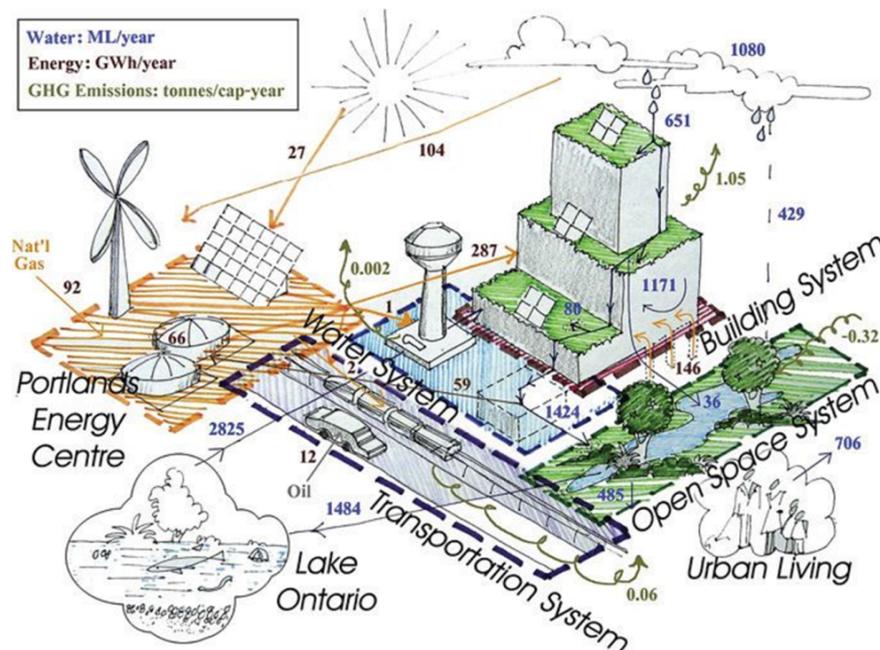


Schéma n°3. Représentation d'un métabolisme durable (Kennedy, Pincetl, Bunje, 2011)

Le "journal of industrial ecology" consacre son premier dossier en 2012 aux systèmes urbains durables et fait une part belle aux articles sur les métabolismes urbains. Kennedy et Hoomweg (2012) dressent un cadre pour homogénéiser la collecte de données afin de stabiliser la méthodologie de réaliser d'un métabolisme urbain, en montrant qu'il s'agit autant d'un enjeu scientifique qu'opérationnel pour la durabilité des villes. Anu Ramaswami, Abel Chavez et Marian Chertow (2012), ainsi que Eugene Mohareb et Christopher Kennedy (2012), démontrent l'importance de relier empreinte carbone et bilan de flux urbains. En effet, la question énergétique et des émissions de gaz à effet de serre est souvent explorée dans ce domaine de recherche, car elle permet d'identifier les liens avec les infrastructures, les transports et la circulation des matériaux. Enfin, un article (Broto et al., 2012) montre le potentiel de synergies interdisciplinaires qui peuvent être utilisées au travers du concept de métabolisme urbain selon différents modèles d'étude²¹. Ces études entre circulation des flux et pratiques sociales seraient très utiles dans la construction des politiques d'aménagement du territoire.

Le métabolisme d'une région peut mettre en relief la consommation et la production de déchets (Browne et al., 2009), concluant parfois à l'inefficacité métabolique des filières de produits (« Materials and waste metabolic inefficiency ratios »), notamment la nourriture, les textiles, le papier, les produits chimiques et les fournitures qui excèdent 40% de déchets produits par unité consommée (par exemple pour 1kg d'aliments consommés, 430g finissent à la poubelle).

Actuellement, deux grands projets européens sont à l'œuvre dans le domaine. Le projet BRIDGE (sustainable *uRban* planning Decision support accountinG for *urban* mEtabolism) (Chrysoulakis et al., 2012)²² veut relever le défi d'établir une passerelle (« Bridge the gap ») entre les sciences biophysiques et l'urbanisme, en démontrant l'importance d'évaluer les enjeux environnementaux dans le processus d'aide à la décision. Il s'attèle à montrer comment les systèmes de support de décision (DSS : *Decision Support System*) de l'aménagement urbain modifient les flux physiques des composants du métabolisme (environnementaux, économiques et sociaux). Ainsi, les objectifs du programme sont d'intégrer les aspects durables dans l'urbanisme, notamment en montrant le lien entre métabolisme urbain et structure urbaine. Le résultat de ce projet propose un système de données et d'indicateurs de l'état environnemental urbain afin de faciliter et d'objectiver les choix des décideurs.

²¹ 1. La ville comme un éco-système, 2. Les flux de matières et d'énergie au sein des villes, 3. Les liens matières-économie en ville, 4. Les leviers économiques des relations rurales-urbaines, 5. La reproduction des inégalités urbaines, 6. Nouvelles visions urbaines au travers des relations socioécologiques

²² http://www.bridge-fp7.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=2

Le projet SUME²³ (Sustainable *Urban* Metabolism for Europe) propose quant à lui un nouveau modèle de métabolisme urbain, qui intègre dynamiquement et géographiquement deux aspects : la construction et le transport. Ces deux axes permettent aux protagonistes de faire le lien entre structures urbaines, dynamique de développement et métabolisme urbain. Ainsi, le programme a pour but d'appuyer au développement de nouvelles politiques urbaines visant une intégration du métabolisme dans les formes urbaines. Ce projet s'inspire notamment du travail de Kennedy, utilisant le métabolisme afin d'intégrer la conception de bâtiments « verts », de transport durable et de systèmes énergétiques alternatifs.

Il reste de nombreuses pistes scientifiques à explorer dans le développement de ces méthodes. Certaines études vont au delà de la comptabilisation du métabolisme pour interroger le rôle des acteurs dans le management des ressources. Ces recherches sont fructueuses car elles offrent des opportunités pour identifier des modes de gouvernance qui invitent à la meilleure prise en compte de ces flux. Claudia Binder a développé des cadres méthodologiques pour analyser conjointement les approches flux et acteurs dans le but d'améliorer le management régional des ressources (Binder, 2007, 2009 ; Bahers, SUD).

Certains travaux développent des approches multiscalaires pour comprendre les dysfonctionnements de régulation publique et de positionnement des acteurs dans la chaîne. Il s'agit dès lors d'identifier tous les mouvements de matières jusqu'aux angles morts des systèmes (Berlin et al., 2008; D'Alisa, Di Nola, Giampetro, 2012). Stéphanie Pincetl (Pincetl et al., 2012) plaide pour un métabolisme urbain 2.0, qui irait plus loin que les questions de flux de matière et d'énergie. Elle suggère d'intégrer notamment les systèmes humains, sociaux, politiques et économiques qui structurent et gouvernent le processus métabolique spécifique.

2.1.2. Les méthodologies de mesure du métabolisme urbain

Les méthodes permettant de quantifier le métabolisme urbain sont multiples et en phases de consolidation et d'affirmation. Avant de faire le choix d'une méthode en particulier, il convient d'offrir un panorama de cette existante. Yan Zhang propose pour cela une revue des méthodes d'évaluation du métabolisme urbain. Il les définit de manière assez élargie car il ne considère pas moins de sept méthodes : le Material Flow Analysis (MFA), l'Emergy (energy flow) Analysis, l'Ecological footprint Analysis, l'Ecological dynamics, l'Ecological network Analysis, l'Input-output Analysis, le Process analysis.

Pour n'en décrire que certaines, la méthode MFA reste la plus utilisée et la plus robuste. Elle permet d'identifier les principaux flux entrants et sortants d'un système et ainsi de mesurer les pressions urbaines sur l'environnement (Barles, 2007). Dans une perspective systémique, il s'agit de compter les entrées et les sorties de matière et d'énergie de chaque sous-système et de tracer leurs trajectoires en fonction de leurs qualités physiques (Bringezu, Moriguchi, 2002). Ces flux constituent un cycle fermé permettant d'entrevoir la cause et les sources des externalités économiques telles que les pollutions ou les flux secondaires. Ils s'attachent à l'analyse du « métabolisme de l'anthroposphère » - pour reprendre le titre d'un ouvrage fondateur de Peter Baccini et Paul Brunner (1991) - centré sur les activités humaines.

Les analyses de Sabine Barles restent pionnières. Elle réalise le bilan de matières brutes de Paris, de l'Île-de-France, de la Haute-Garonne, de l'Ariège et de Midi-Pyrénées (Barles, 2014), reprenant un MFA s'appuyant sur la méthode Eurostat de comptabilité des flux nationaux, qu'elle a adapté à l'échelle départementale et régionale. Cette méthode compile toutes les entrées et les sorties de matières confondues. Sa recherche permet ainsi d'obtenir des indicateurs de la performance « écologique » d'une ville et elle autorise la désagrégation en flux détaillés, dans le cadre de résultats plus fins et orientés (tels que les matériaux de construction, l'eau ou les nutriments). Elle a appliqué cette méthode sur plusieurs territoires (régionaux et départementaux) conduisant une réflexion sur les profils matériels de ces espaces.

²³ <http://www.sume.at/>

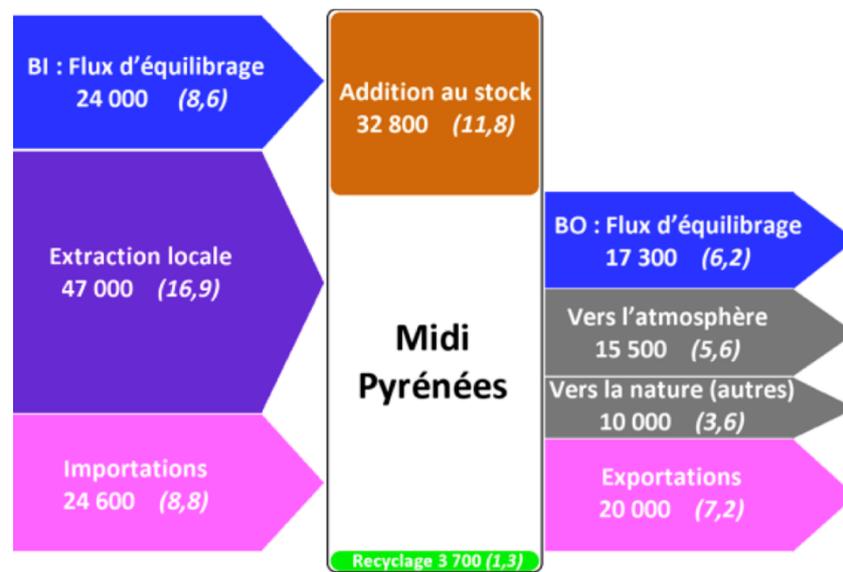


Schéma n°4. Représentation du métabolisme urbain avec la méthode Eurostat (Barles, 2014)

Si la méthode Eurostat considère le système comme une « boîte noire », la méthode dite de « Baccini » ouvre cette dernière. Il s'agit alors d'identifier les flux entre les différentes activités du système, défini de manière générale comme : l'extraction de tout type de ressources (organiques ou inorganiques), la transformation et la distribution des matériaux et des énergies, la consommation et utilisation par les différents secteurs d'activités et les ménages, la fin de vie des produits (qui deviennent des déchets) et d'autres rejets vers le milieu naturel. Enfin aux frontières du système, sont définis deux activités d'importation et d'exportation de ressources, de matières premières et de marchandises. Le système n'est alors pas identifié à un vase clos, mais au contraire, il représente des échanges avec l'extérieur, même s'ils ne correspondent pas à la focal principale de ces études. Suren Ekman est particulièrement friand de cette méthode et très prolix quant à son utilisation. C'est notamment le canton de Genève qui a pu bénéficier de son expertise (voir figure ci-dessous).

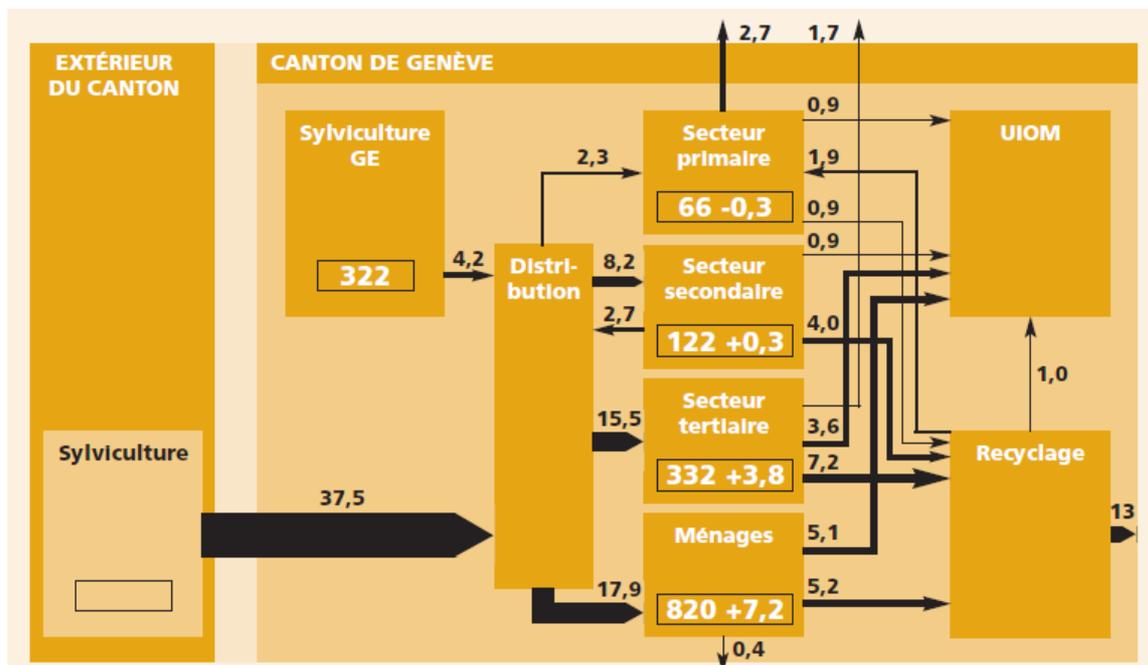


Schéma n°5. Représentation de la filière bois dans le métabolisme urbain (en milliers de tonnes) avec la méthode « Baccini » (Erkman, 2005)

2.1.3. La méthodologie retenue pour le projet MUEED : le MFA de « Baccini » multiscale

➤ Reprise de la méthode « Baccini »

Afin d'identifier le métabolisme urbain des villes étudiées dans ce projet, nous avons choisi la méthode de Material Flow Analysis (MFA) dite de « Baccini », notamment pour l'adaptabilité qu'elle suggère concernant les « étapes » (procédés selon le vocabulaire de Baccini) et les ressources à analyser, tout en respectant l'indispensable devise de Lavoisier qu'est la « conservation de la masse » (c'est-à-dire que pour chaque étape, la somme des flux entrants est égale à la somme des flux sortants et des stocks). Comme notre objectif est de disposer d'un diagnostic préalable à la question de l'empreinte des déchets dans le métabolisme urbain, cette méthode est la plus pertinente. Elle nous permet d'ouvrir la boîte noire qu'est la ville pour comprendre la circulation des principaux flux entre activités économiques. D'après la méthode « Baccini », le système est caractérisé par des étapes (procédés) qui permettent de suivre la circulation des flux au sein de ce système (voir figure n°4). Il s'agit :

- des importations de ressources et de marchandises, majoritaires dans le cas des aires urbaines
- de l'extraction urbaine de ressources, désignant l'ensemble des activités qui consistent à extraire une matière première dans le but d'être consommée à l'état brut ou transformée,
- de la transformation et la distribution de marchandises, regroupant les activités de distribution des matières, des produits intermédiaires et des produits finis afin d'être consommés,
- de la consommation et l'utilisation de marchandises et de ressources par les différents secteurs économiques et les ménages, désignant l'utilisation nécessaire à la satisfaction des besoins et à la réalisation d'autres produits dans les entreprises,
- de la collecte de la production de déchets urbains (ménagers et économiques) issus de l'utilisation et de la consommation des ressources et des produits
- du traitement des déchets urbains, qui désigne l'ensemble des processus de tri, de réemploi, de réutilisation, de recyclage, d'incinération et d'enfouissement.
- des exportations de biens et de ressources produites par les activités économiques urbaines.

Pour les étapes internes au système, le stock correspond aux matériaux disponibles. L'évolution au stock ou l'addition au stock concerne ce qui est ajoutée chaque année (comme les matériaux de construction dans les nouveaux logements, locaux, et autres infrastructures).

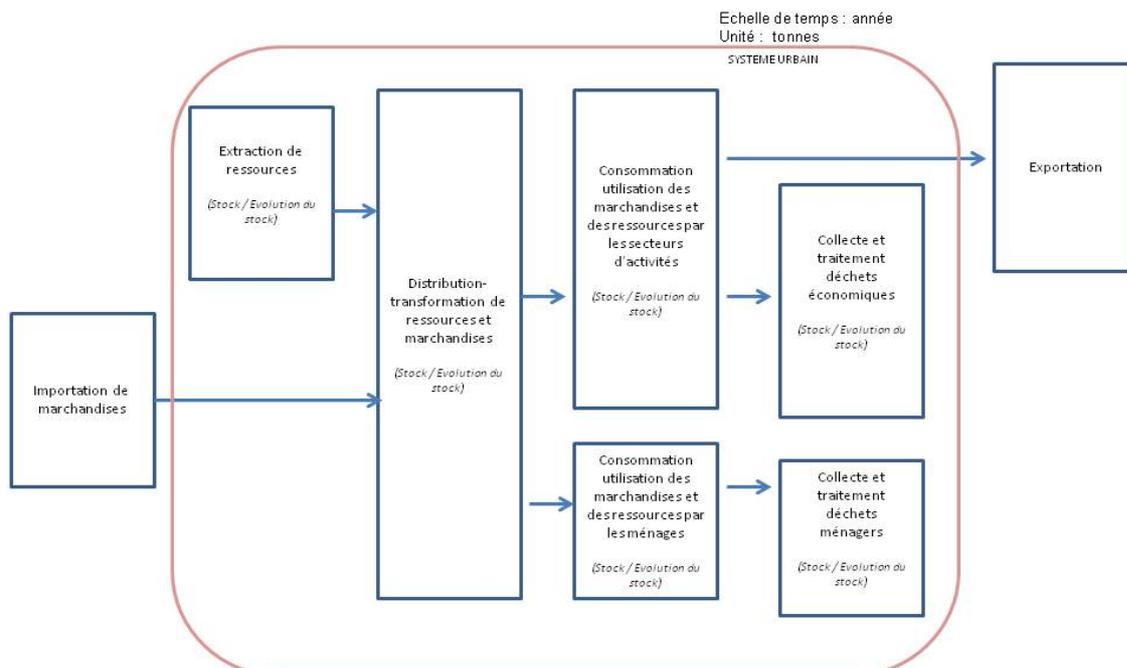


Schéma n°6. Modèle du métabolisme avec la méthode MFA « Baccini »

Par ailleurs, nous avons choisi de réaliser un modèle de métabolisme simplifié, qui mobilise seulement des bases de données disponibles et qui a vocation à être reproductible avec simplicité. Des chercheurs ont également élaboré des modèles simplifiés de métabolisme urbain du fait du peu de données disponibles (notamment pour le cas lisboète²⁴). Notre modèle ne mobilise que les grands flux matériels, sans détails importants au sein de ces catégories et n'exploite pas toutes les données de flux inhérentes aux liquides et gaz. Le choix des ressources étudiées concerne ainsi ce qui attire à la matière solide : extraction locale de ressources, les matériaux, les marchandises, l'évolution du stock des matériaux et les déchets solides.

➤ Ajout d'une dimension spatiale à la méthode de base

Néanmoins, comme nos questions de recherche interrogent la proximité dans la gestion des matières premières urbaines et leur mise en valeur locale, nous avons décidé d'améliorer ce modèle en intégrant une dimension absente de la méthodologie initiale, la dimension spatiale. Nous avons ainsi ajouté plusieurs échelles spatiales. Les étapes en dehors du système (importation, exportation, traitement déchets) sont donc spatialisées selon des échelles administratives (département, région, France ou international).

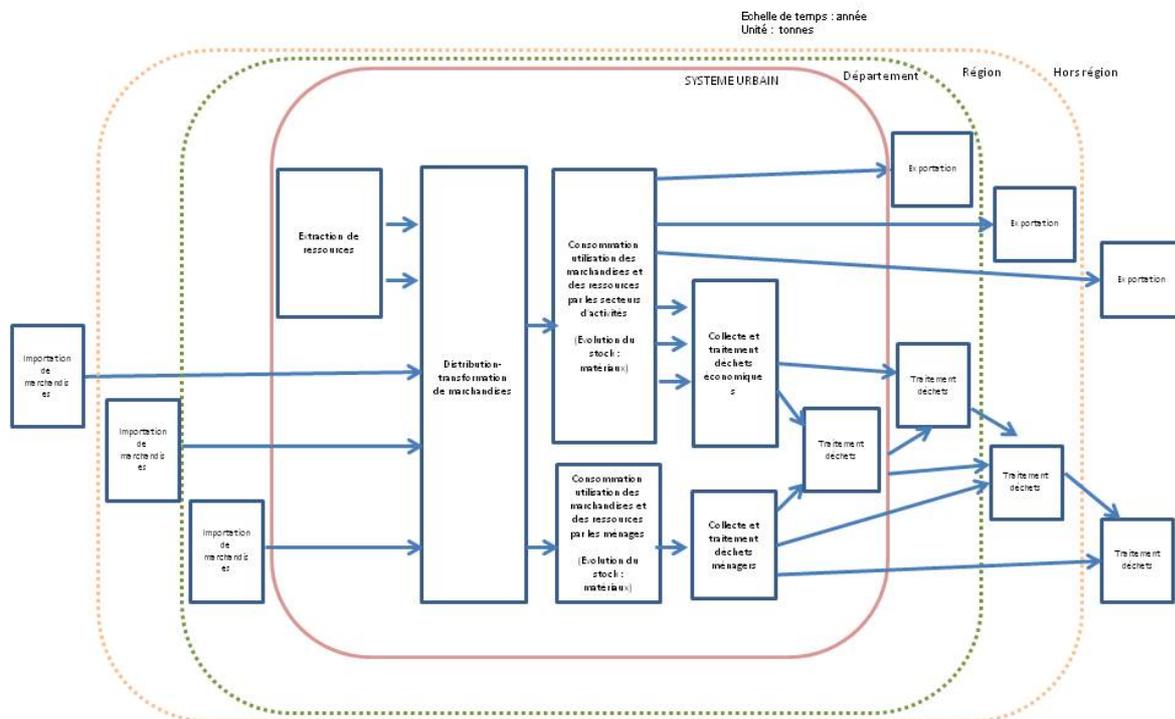


Schéma n°7. Modèle adapté de la méthode « Baccini » pour le projet MUEED (MUEED, 2015)

Cette approche multiscale du métabolisme permet d'aborder les questions relatives aux échelles d'approvisionnement et de rejets, ainsi que les relations de la ville avec son hinterland. D'autres études ont montré l'intérêt des approches multiscales du métabolisme (D'Alisa, Di Nola, Giampetro, 2012), tandis que certaines recherches se concentrent sur la question des relations entre la ville et son hinterland. Un numéro spécial de la revue « Regional Environmental Change » issu du Projet ANR CONFLUENT²⁵ appelle ainsi à une meilleure caractérisation des empreintes environnementales urbaines en fonction des espaces ruraux qui approvisionnent la ville en eau, matériaux et nutriments. Concernant l'année d'étude, nous avons choisi 2012 pour la disponibilité des

²⁴ S. Niza, L. Rosado, and P. Ferrão, 2009, Urban Metabolism Methodological Advances in Urban Material Flow Accounting Based on the Lisbon Case Study, *Journal of Industrial Ecology* Volume 13, Number 3

²⁵ *CONnaissance des FLux Urbains, EmpreINTes environnementales et gouvernance durable* (CONFLUENT) dirigé par Sabine Barles du programme ANR Ville Durable.

données, et pour rester sur un même référentiel que celui utilisé lors de l'étape de la collecte de données empiriques (cf. chapitre n°2). Par ailleurs, l'exercice a été réalisé pour l'année 2011 afin de vérifier la validité et les aléas du modèle (le bilan est alors sensiblement le même).

2.2. Les données utilisées pour étudier les trois territoires

Pour réaliser le MFA sur les villes étudiées, il est nécessaire de collecter les données disponibles sur la production, la transformation, l'utilisation et la fin de vie des ressources et de les organiser de manière à identifier les données de flux (flux produits - transformés - traités) à l'échelle urbaine. Le choix délibéré de travailler à l'échelle urbaine pose le plus de difficultés. En effet, les données sont relativement accessibles à l'échelle régionale (Barles et *al.*, 2014). Pour descendre à l'échelle départementale, cela devient déjà plus complexe. De nombreux observatoires des rejets environnementaux ne produisent que des données régionales (comme les observatoires des eaux, de l'air ou des sols), afin de garantir une certaine représentativité et confidentialité des données. Ainsi, des bases de données concernant les déchets, les carrières et les mines sont indisponibles à l'échelle départementale afin d'éviter de divulguer des informations marchandes. Le premier verrou important de cette étude constitue donc la disponibilité des données à l'échelle urbaine. Le second verrou concerne les échelles d'approvisionnement et des rejets des flux urbains, afin d'élaborer un métabolisme multiscalair.

➤ *Les flux d'extraction*

Chaque type de flux identifié correspond à une diversité de produits. Les flux d'extraction concernent les produits alimentaires et les matériaux. Les produits alimentaires sont identifiés grâce à la base de données AGRESTE et notamment à la « statistique agricole annuelle » (SAA). Son utilisation est très fastidieuse mais elle regorge d'informations complètes sur la production alimentaire. Nous avons donc utilisé les statistiques suivantes :

- Saa_02 : Production végétale (qui contient les céréales, oléagineux, protéagineux, légumes, fourrage, fruits, apiculture)
- Saa_05 : Production de raisin, production de vins, jus et moûts
- Saa_09 : Production de bétail fini (qui contient aussi veaux, porcs, chevreaux, agneaux, moutons)
- Saa_12 : Production de lait

La base de données AGRESTE propose des données gratuites mais uniquement à l'échelle départementale. Nous avons donc opté pour un ratio à partir de la statistique concernant l'« Orientation technico-économique de l'exploitation » (OTEX). En effet, les tableaux OTEX permettent d'identifier le nombre d'installations et leur superficie sur une commune. Ensuite, nous avons fait le pourcentage de ces installations et de leur surface d'exploitation dans nos EPCI d'études par rapport au département. Ce ratio est appliqué aux productions alimentaires urbaines même si nous n'avons pas la performance de production de ces installations. Enfin, les quantités extraites dans le périmètre de l'EPCI sont soit consommées et utilisées au sein de l'EPCI, soit exportées. Dans ce dernier cas, nous retrouverons ces flux dans les exportations de marchandises.

Pour les matériaux issus des carrières, les bases de données du BRGM sont utilisées, notamment les cartes de ressources établies dans le cadre des schémas départementaux des carrières (prévu par le Code de l'Environnement). Cette cartographie indique le lieu et le nom des installations, les produits extraits et la production autorisée par année. Comme précédemment, les quantités extraites dans le périmètre de l'EPCI sont soit consommées et utilisées au sein de l'EPCI, soit exportées. Dans ce dernier cas, nous retrouverons ces flux dans les exportations de marchandises.

Enfin, pour les titres miniers, il faut parcourir les autorisations délivrées par les DREAL pour identifier celles qui se situent dans le périmètre de nos cas d'étude. Ces informations sont fournies sur les sites d'information des DREAL (directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement).

➤ *Les flux d'importation et d'extraction*

Concernant les flux d'importation et d'extraction, nous avons mobilisé la base SITRAM (Système d'information sur les transports de marchandises). Cette dernière propose des informations gratuites

sur les flux de marchandises à l'échelle régionale, et peut ensuite être exploitée à l'échelle des EPCI²⁶. En effet, l'exploitation de la base SITRAM à cette échelle très fine est pour la 1^{ère} fois réalisée pour des études scientifiques sur le métabolisme urbain. Les perspectives sont ici nombreuses. Par ailleurs, nous avons regroupé les catégories de marchandises sous de grandes familles dans un souci de lisibilité des données :

- Appareils manufacturés
- Produits agricoles et alimentaires
- Matériaux de construction
- Minerais et produits métallurgiques
- Engrais et produits chimiques
- Combustible et produits pétroliers
- Matières premières secondaires
- Divers

La première limite d'exploitation de cette base concerne la fiabilité des données pour un échantillon faible. Ainsi, en dessous de 10 occurrences (c'est-à-dire 10 transports d'une même catégorie de marchandises entre deux EPCI), le résultat n'est pas considéré comme fiable. Comme c'est souvent le cas, nous avons décidé de ne pas utiliser les transferts directs entre deux EPCI. En effet, notre solution consiste à considérer les flux entre les EPCI d'études et les départements et régions.

Enfin, les dernières limites de l'exploitation de la base concernent la difficulté pour les entreprises à remplir les enquêtes TRM²⁷ et l'absence de données de fret depuis 2007 (du fait de la libéralisation des transports par rail). De même, nous n'avons pas pu prendre en compte les villes de Montfermeil (26 051 hab.), Gournay-sur-Marne (6 574 hab.) et Ferrières-en-Brie (2 288 hab.) pour le SIETREM car la base SITRAM ne considère pas les communes seules (elles sont membres d'EPCI qui n'ont pas rejoint le SIETREM).

➤ *L'addition au stock*

Concernant le stock, nous n'avons calculé que l'augmentation du stock et non le stock existant (qui nécessiterait par exemple de quantifier les tonnes de déchets présents dans les décharges depuis leur ouvertures, ou les minerais présents dans une carrière). Plusieurs moyens existent pour quantifier cet accroissement annuel de stock. La méthode Eurostat (Barles et al., 2014) calcule l'addition nette au stock par le résultat de la différence entre les entrées et les sorties (après prise en compte du recyclage). Suren Erkman (2005) et son bureau d'étude utilisent une méthodologie suisse développée par Wüest en croisant des données topographiques de l'IGN et les ratios de matériaux de construction par volume des bâtiments. Par ailleurs, la variation du stock se calcule selon la différence entre la consommation de matériaux et la génération de déchets. Il est à noter que peu d'autres flux (à part ceux qui servent à la construction) ont vocation à être stockés dans la ville, sauf certains biens dits « durables », c'est-à-dire des produits dont la durée de vie excède une année et qui s'accumule parfois (par exemple l'électroménager, les meubles, les véhicules).

Nous avons opté pour une autre voie que permet la base de données française Sit@del2. (issue du MEDDL). Cette base donne le nombre et les surfaces de construction autorisée et commencée, concernant les logements individuels et collectifs, ainsi que les locaux non résidentiels, à l'échelle communale. Ces informations représentant une réelle valeur ajoutée pour notre étude, nous avons décidé de l'exploiter à l'aide d'hypothèses. La première hypothèse consiste en l'utilisation de ratios généraux donnés par l'UNICEM, qui permet de déduire les tonnes de béton et granulats stockés dans les infrastructures. Les granulats ne sont pas les seuls matériaux de construction mais représente 93% du poids total (le reste des 7% concerne le verre, le bois, la céramique, les briques, les métaux (CTICM, 2008)). L'UNICEM propose de prendre comme ratio « 50 m³ de Béton Prêt à l'Emploi (BPE) par logement et 25 m³ pour les ouvrages annexes, et 0,5 m³ de BPE par m² de bureau », ainsi que « Un ratio de 1,8 t de granulat par m³ de béton » (UNICEM cité dans DRIEE, 2012). La seconde

²⁶ Une âpre négociation a été nécessaire auprès de la sous-direction de l'observation statistique des transports - Service de l'Observatoire et des Statistiques (SOeS) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), pour les convaincre de l'intérêt de notre démarche et pour obtenir les données à l'échelle des EPCI.

²⁷ Le questionnaire n'est pas toujours bien adapté aux pratiques logistiques des entreprises et les réponses dépendent aussi de leur capacité à dégager du temps pour les remplir

hypothèse réside en l'échelle temporelle. Parfois, le début et la fin de la construction d'un logement ou d'un local ne sont pas réalisés la même année. En effet, ces chantiers peuvent prendre plus d'1 an et l'accroissement de matériaux de construction s'étale donc sur plusieurs années. Nous avons donc opté pour imputer la totalité des matériaux nécessaires à la construction du logement ou du local la même année que le commencement du chantier, afin d'éviter un prorata hypothétique sur la durée du chantier (qui n'est jamais vraiment certaine et pour laquelle la base de donnée ne donne pas d'informations). Enfin, il nous manque le renouvellement du parc existant (nettement moins gourmand en matériaux), les travaux de VRD (voiries et réseaux divers) et autres infrastructures, et les biens durables. Ces quantités sont obtenues en mobilisant le principe de conservation de la matière, c'est-à-dire en soustrayant les sorties et stock de granulats aux entrées.

➤ **Les flux de déchets**

Concernant les déchets, nous avons couplé trois sources de données différentes. La première source concerne le résultat d'un outil d'évaluation du gisement de déchets industriels banals (DIB) non dangereux et non inertes produit sur un territoire grâce à un utilitaire développé par la Chambre de Commerce et d'Industrie (CCI) de Toulouse, la Chambre des Métiers et de l'Artisanat (CMA) 31 et l'Observatoire Régional des Déchets de Midi-Pyrénées (ORDIMIP) (ORDIMIP, 2013). A partir de ratios calculés selon l'effectif et la nature de l'entreprise (son code NAF), l'utilitaire est capable de calculer un gisement de déchets d'entreprises (tels que : Verre, Métaux, Plastiques, Caoutchouc, Textiles, Papiers/cartons, Bois, Organiques, Déchets en Mélange, Travaux/chantiers (hors inerte), Pneus). Nous avons donc élaboré la liste des entreprises présentes sur les territoires étudiés grâce à une base de données de l'INSEE. L'expert de l'outil juge très fiable le résultat donné, lorsque l'échantillon dépasse les 30 000 unités, ce qui est le cas pour les EPCI d'étude (50 000 en tout). La deuxième source provient des rapports d'activités des EPCI d'études. Ces rapports nous permettent d'obtenir le gisement de Déchets Municipaux (DM) – incluant notamment les Déchets Ménagers et Assimilés (DMA) - collectés. Il existe également dans ces rapports des informations concernant le devenir de ces déchets, selon le niveau de connaissance et l'effort de transparence de la collectivité. Cependant, sont identifiés seulement les prestataires directs de la collectivité (n+1) et on ne peut pas clairement connaître la destination des flux, ainsi que la localisation précise des installations de traitement. Dès lors, il y a une grande incertitude car on ne peut parfois pas savoir exactement où le prestataire traite les déchets (surtout dans le cas de groupes avec plusieurs sites industriels). Nous avons donc décidé d'évincer cette possibilité en cherchant une autre solution. Cela nous est venu de la base de donnée SITRAM, dont une des catégories concerne les « Matières premières secondaires ; déchets ». Si la base ne donne pas de détails sur les catégories de MPS et déchets, en revanche elle indique les destinations des flux recensés. Cela nous permet donc de déduire ce qui est traité dans la collectivité, le département, la région ou hors région. De plus, grâce aux travaux de Marie Silvestre de la fédération FIRE (Silvestre et al., 2012), nous avons réfléchi à « l'ordre 2 » des flux de MPS pour évaluer la destination des MPS traités dans le département et la région. Il s'agit de prendre en compte les territoires d'exportations des flux de MPS qui sont utilisés par les territoires d'études. Les limites sont les mêmes que pour les flux d'importation et d'exportation : l'échantillon faible, l'absence du fret et la difficulté de répondre aux enquêtes TRM. Pour les boues urbaines (c'est-à-dire les boues issues du traitement en station d'épuration), il existe un portail d'information sur l'assainissement communal tenu par le MEDDE. Il s'agit d'une cartographie des STEP et pour chacune d'entre elles sont élaborées une fiche d'information. Nous avons pu ainsi collecter les données de gisements (en tonne de matière sèche) et le type de traitement. En revanche, on ne sait pas où s'effectue ce traitement (pour l'incinération c'est moins compliqué que pour le compostage ou l'épandage). De plus, dans le cas du SIETREM, il y a une grande mutualisation du traitement pour « Marne aval » : les boues de STEP ne concernent donc pas que les habitants des communes du SIETREM, mais de plusieurs autres collectivités environnantes. Enfin, nous avons calculé les déchets inertes et les déchets dangereux (que nous avons intitulé « DI » dans les schémas) en utilisant le principe de conservation de la matière. Ainsi, le gisement de DI est égal à la différence entre le traitement des déchets et les autres gisements (DMA, DIB et boues urbaines)²⁸.

²⁸ Le bilan des bases de données exploitées pour réaliser ce MFA est exposé dans les livrables intermédiaires du projet MUEED

2.3. Observation du métabolisme urbain de Rennes, Le Mans et Marne La Vallée

Les concepts et les méthodologies utilisés ayant été développés, il est maintenant possible d'observer les résultats de leur application sur les villes étudiées. Les résultats bruts s'obtiennent grâce à des diagrammes proposant une vue d'ensemble du métabolisme urbain, ensuite analysés à travers la construction d'indicateurs.

2.3.1. Les diagrammes du métabolisme urbain

Les résultats sont illustrés dans un « diagramme de Sankey » parfaitement adapté pour traduire des flux de matière et d'énergie (Harpet, Guilly, 2013). Les illustrations présentées ci-dessous permettent de visualiser sur un seul schéma l'ensemble du système matériel urbain en lien avec son hinterland départemental et régional. Ces schémas se lisent de gauche à droite. L'épaisseur des traits est proportionnelle aux flux physiques exprimés en k.tonnes. Les entrées de la gauche se lisent en partant des importations et extractions locales. Ensuite, à l'intérieur du système (ici matérialisé par l'espace métropolitain), on observe les distributions, la consommation et l'utilisation de marchandises, intégrant une part de matière « additionnée au stock ». Enfin, en sortie du système (à droite), on peut identifier les flux de déchets et l'ensemble des marchandises (non désagrégé puisque ce n'est pas l'objet ici) sortantes du système.

Les diagrammes du métabolisme urbain sont ici représentés pour les territoires étudiés de Rennes, Le Mans et Marne-La-Vallée (SIETREM).

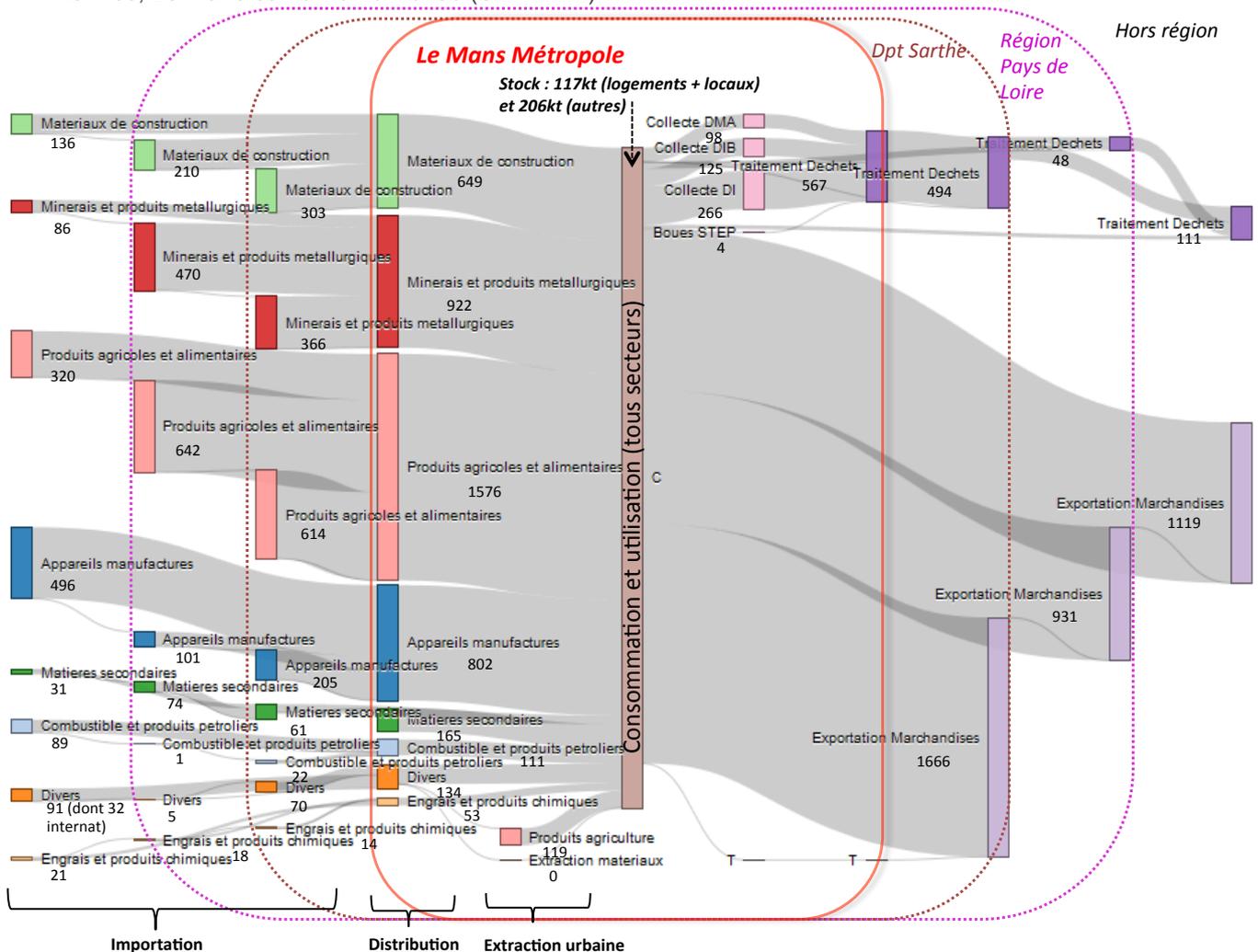


Schéma n°8. Métabolisme urbain simplifié du Mans métropole (2012)

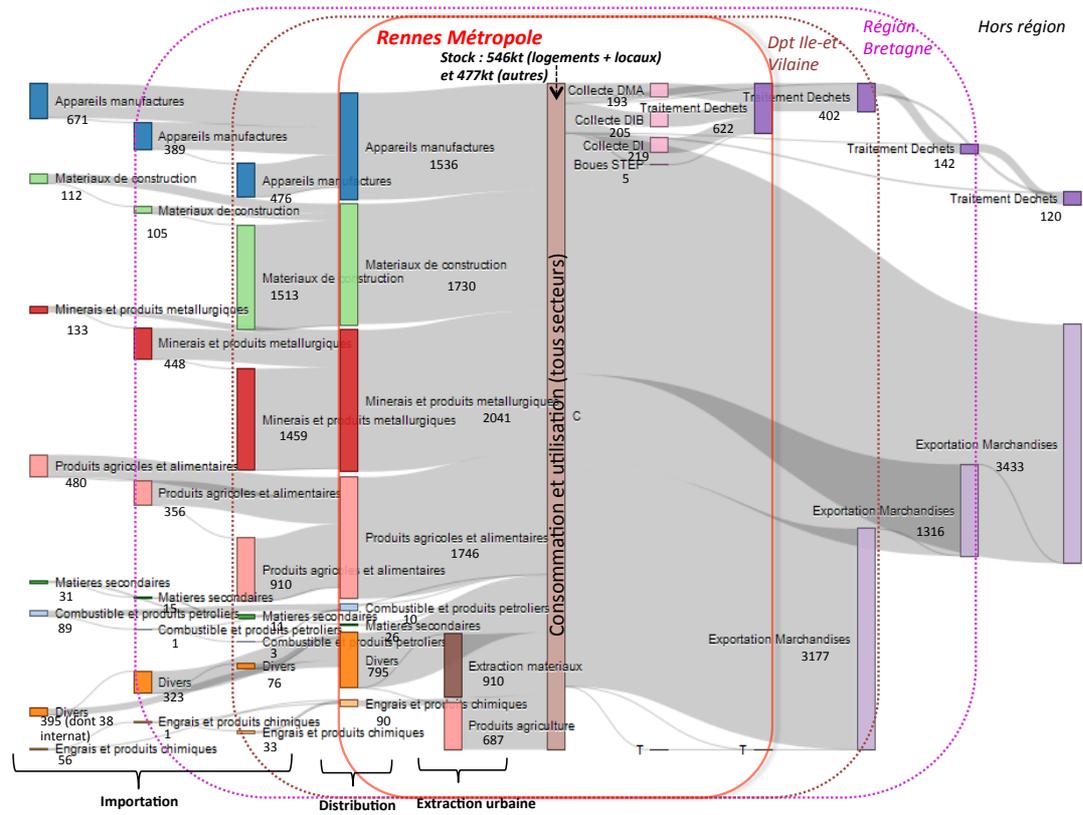


Schéma n°9. Métabolisme urbain simplifié de Rennes métropole (2012)

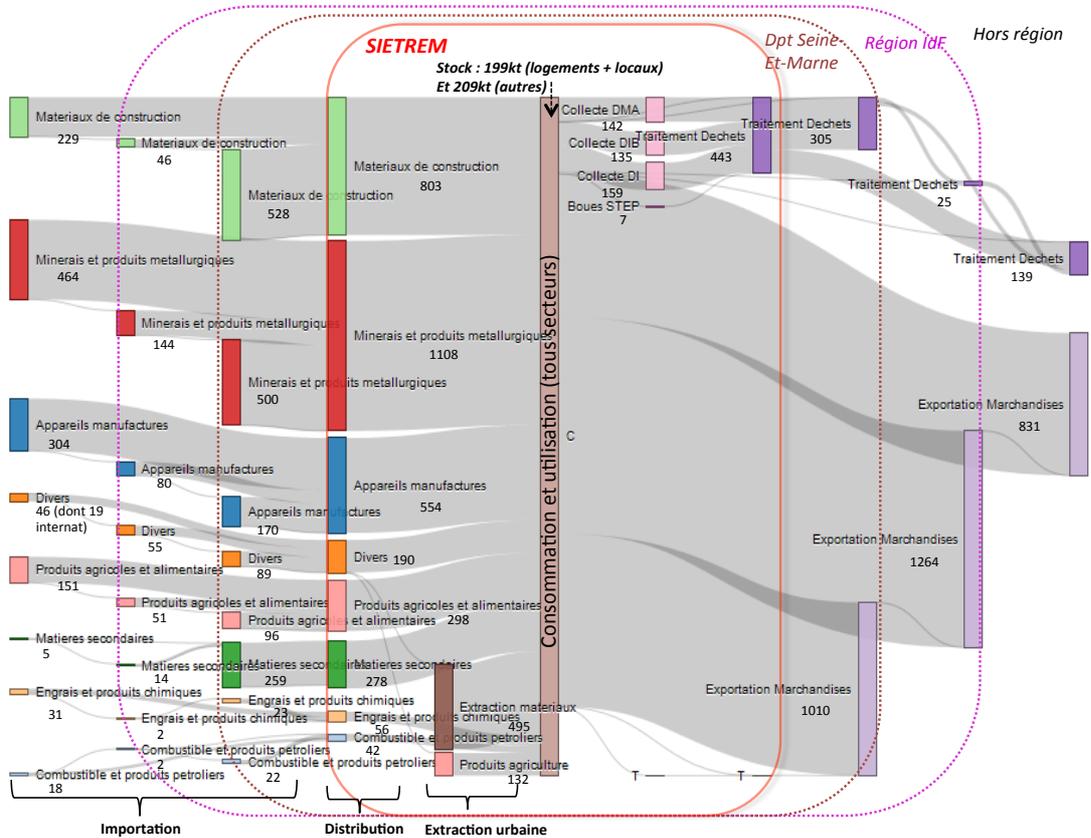


Schéma n°10. Métabolisme urbain simplifié du SIETREM (2012)

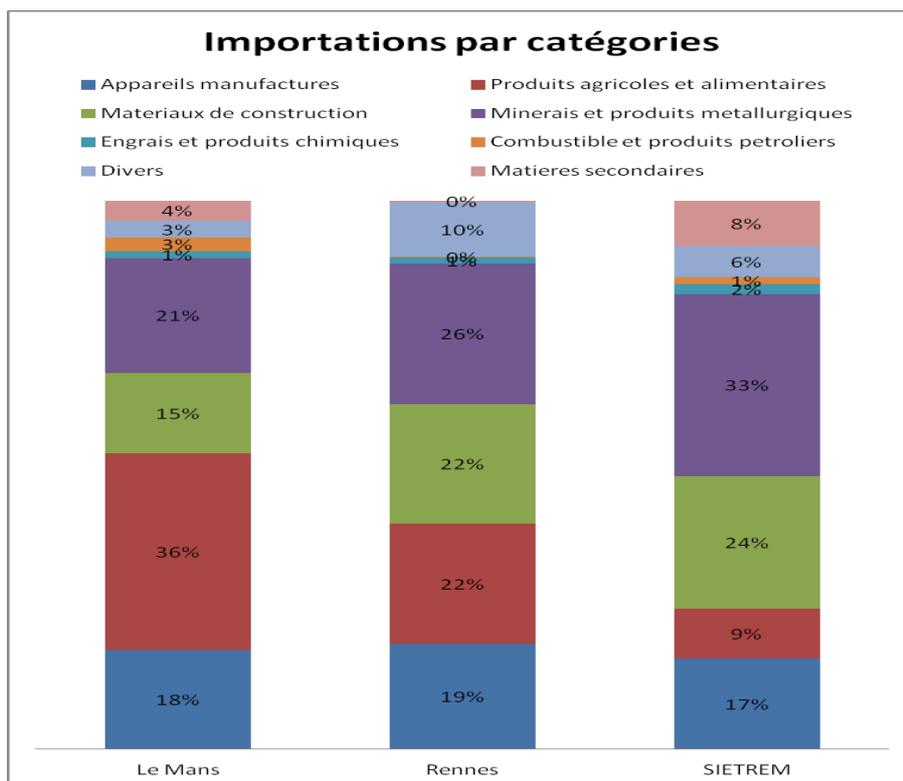
2.3.2. La lecture des métabolismes : Les indicateurs sur l'ensemble des flux

A la différence de la méthode Eurostat (cf ci-dessus) qui permet d'élaborer des indicateurs génériques qui résultent des bilans matière, nous construisons des indicateurs spécifiques à notre objectif de mise en perspective de la spatialisation et du poids des déchets dans les métabolismes urbains. Ils sont élaborés selon plusieurs niveaux (désagrégation de données, ratio, performance par habitant) mais ils ont pour objectifs communs de comparer les trois cas d'étude.

➤ *Indicateur de « Désagrégation des importations »*

Par un souci de clarté (par rapport aux schémas ci-dessus), le premier indicateur « Désagrégation des importations » désigne les différentes catégories de marchandises en pourcentage qui sont importés par les villes d'études. Les quatre grandes catégories sont les appareils manufacturés, les produits agricoles et alimentaires, les matériaux de construction et les produits métallurgiques. Ces besoins matériels urbains montrent quelques singularités comme la faible importation de produits alimentaires par le SIETREM à l'opposé de la forte importation au Mans, l'importance des minerais et produits métallurgiques dans le métabolisme du SIETREM et la faible quantité de matériaux de construction au Mans. A Rennes, la situation semble équilibrée entre ces grands flux, mais la proportion de « divers » (que sont les courriers, colis, équipement pour le transport de marchandises, déménagements ; biens non marchands, véhicules en réparation) est très élevée. On remarque également la part notable de matières de récupération au Mans (4%) et au SIETREM (8%), donc son absence visible à cette échelle à Rennes, permettant d'identifier un usage différent de produits issus du recyclage dans les trois villes.

L'ensemble de ces premiers éléments d'analyse, laisse entrevoir des spécificités territoriales relativement marquées. Celles-ci sont à mettre en relation avec la structuration socio-économique du territoire. La démographie ou la structuration productive (agricole, industrielle, tertiaire) ont un impact majeur sur la structuration d'un métabolisme urbain. Ce croisement de données ne fait pas partie des objectifs de ce projet ; il serait cependant intéressant de le réaliser dans des recherches postérieures.

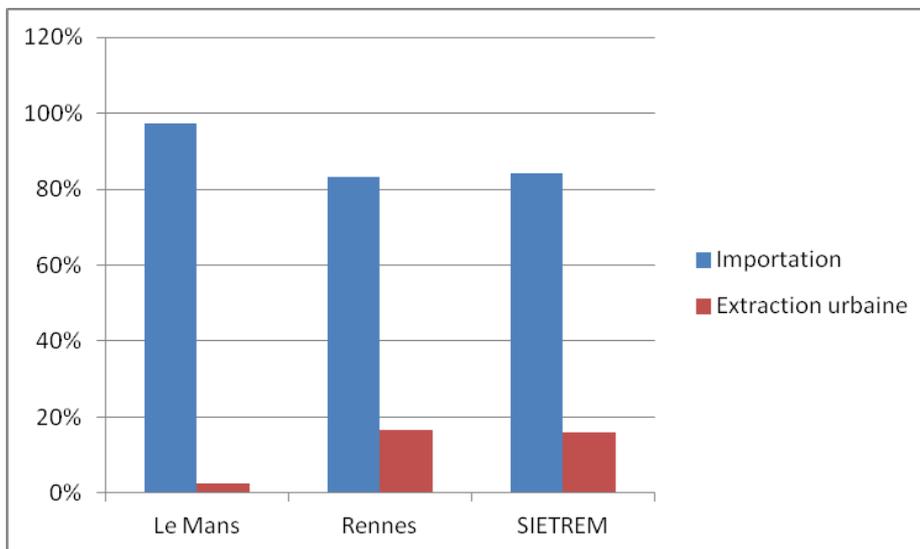


Graphique n°1. Indicateur de « Désagrégation des importations »

➤ *Indicateur de « Rapport importation / extraction »*

Le deuxième indicateur concerne le rapport entre les importations et l'extraction locale de matière dans les entrées matérielles de la consommation et de l'utilisation urbaine. L'extraction urbaine comprend la production agricole et

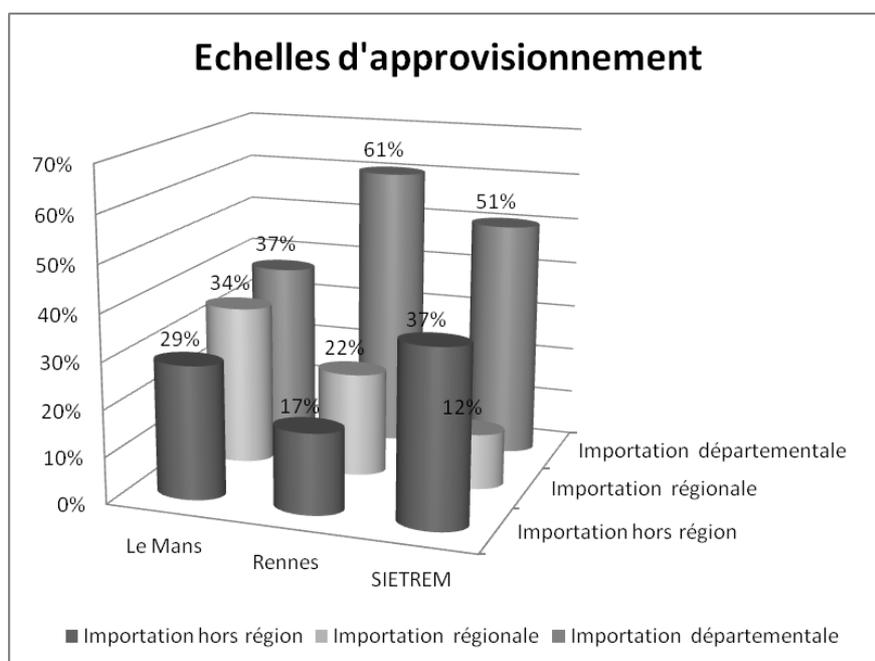
alimentaire, ainsi que l'extraction de matériaux issus des mines et des carrières. On note que les importations de ressources sont beaucoup plus sollicitées que l'extraction locale sur les territoires étudiés. Ce phénomène est notamment très marqué au Mans. Il faut encore une fois relativiser ces données par rapport aux caractéristiques du territoire et par exemple au fait que le territoire du Mans Métropole ne couvre que peu de terres agricoles par rapport à celui de Rennes.



Graphique n°2. Indicateur de « Rapport importation / extraction »

➤ **Indicateurs des « Aires d'approvisionnement des importations »**

Les aires d'approvisionnement des marchandises nous intéressent particulièrement dans ce projet. Cet indicateur nous permet de comprendre à quelles échelles les villes d'études puisent leurs ressources. Dans les trois cas d'étude, le niveau départemental est le plus mobilisé (plus à Rennes, qu'au Mans ou au SIETREM). Ceci ne nous permet pas de dire que les ressources sont extraites directement sur le territoire départemental, car certaines marchandises sont seulement en situation de transit et proviennent donc d'autres territoires. L'échelle régionale est également plus ou moins sollicitée en fonction des territoires (beaucoup au Mans et assez peu au SIETREM).

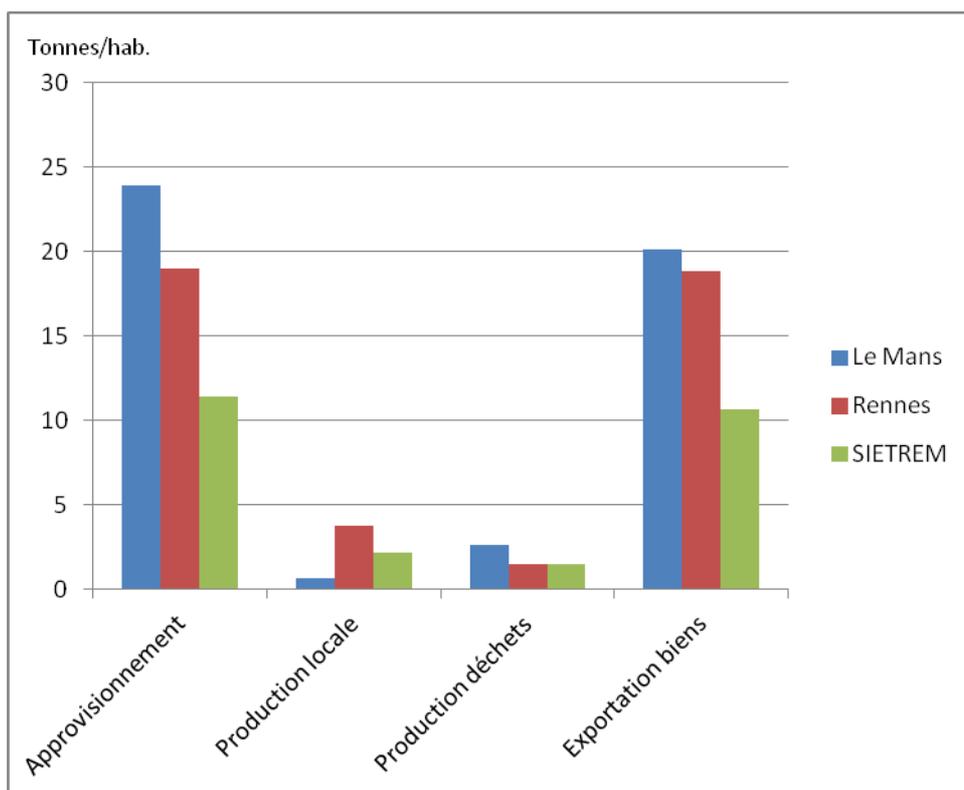


Graphique n°3. Indicateur des « Aires d'approvisionnement des exportations »

➤ **Indicateur de “Performance du métabolisme par habitant”**

Ce nouvel indicateur cherche à lier les différentes données du métabolisme urbain avec le nombre d’habitant d’une ville. L’objectif est alors de relativiser la performance de chaque élément du métabolisme en fonction de la taille démographique de la ville. Pour aller au bout de ce travail, il faudrait réaliser une opération similaire à partir de la caractérisation du tissu productif des villes (nombre d’entreprises, types d’entreprises, activité agricole, etc.). Le rapport par rapport au nombre d’habitant permet déjà d’offrir une première vision contextualisée de ce métabolisme. Les types de données retenus sont donc :

- La quantité de matières importée et distribuée dans la ville (approvisionnement) par rapport au nombre d’habitants. Cette donnée intègre l’ensemble des importations de matières premières ou de bien manufacturés. Elle permet de relativiser la quantité de matières entrantes par rapport au nombre d’habitants, signifiant ainsi l’intensité et la typologie des activités économiques du territoire.
- La quantité de matières produites localement (production locale), incluant la production agricole et les extractions de matériaux. On remarque ainsi des territoires ayant des capacités plus ou moins grandes à produire localement leurs ressources.
- La quantité de déchets produits (production de déchets), incluant les déchets municipaux, les déchets des activités économiques et de la construction. La différence est liée à la fois aux caractéristiques des industries et à leur production de déchets, mais aussi à l’efficacité des politiques de prévention des déchets (chez les ménages et dans les entreprises).
- La quantité de biens manufacturés et de matières premières exportées (exportations de biens). La comparaison de cet indicateur avec celui des matériaux entrants dans la ville montre que Le Mans et Rennes sont concernés par des flux par habitants bien plus importants que le SIETREM. On peut alors supposer que ces deux villes ont un rôle important de logistique, voyant des flux traverser leur territoire sans forcément de lien de transformation ni avec sa population, ni avec son tissu économique.

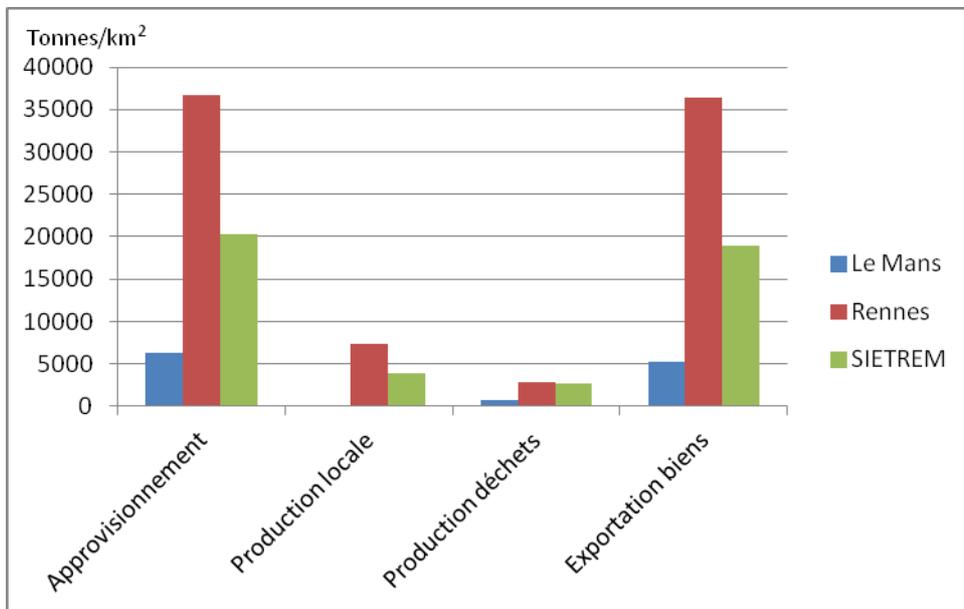


Graphique n°4. Indicateur de “Performance du métabolisme par habitant” (en tonnes/hab.)

➤ **Indicateur de “Performance du métabolisme par superficie”**

L’indicateur de performance du métabolisme par superficie reprend les mêmes quatre catégories que l’indicateur précédent, en substituant le nombre d’habitant par des km². On remarque alors des spécificités nouvelles, telles que Rennes qui a des taux nettement plus élevés que les autres territoires. Il faut alors considérer le fait que Rennes

Métropole soit de loin le territoire le plus vaste et que la communauté urbaine recouvre une grande surface de zones agricoles et naturelles (alors que Le Mans et le SIETREM se concentrent davantage sur la zone urbaine). Les activités présentes sur le territoire ne sont donc pas les mêmes sur ces types d'espaces.

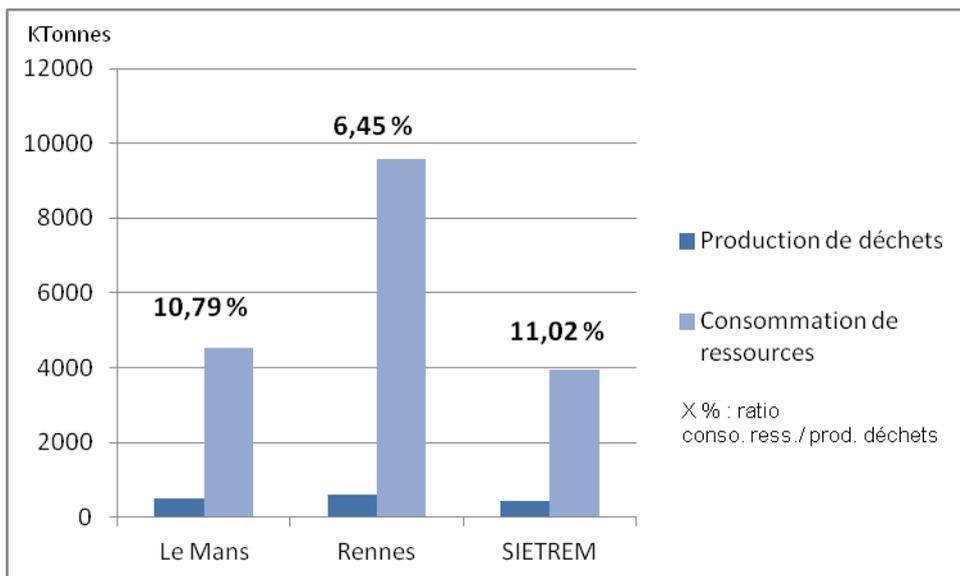


Graphique n°5. Indicateur de "Performance du métabolisme par km²" (en tonnes/ km²)

2.3.3. La lecture des métabolismes : Les indicateurs sur les flux de déchets

Les déchets constituent le cœur de cette recherche. Les indicateurs qui suivent permettent d'identifier leur poids dans le métabolisme urbain. Irrémédiablement, le fonctionnement du système urbain génère des déchets (qu'ils soient ménagers et assimilés, des activités économiques ou de construction) et il semble donc pertinent de les « relativiser » par rapport à ce que la ville utilise comme ressources et exporte comme biens. Une série d'indicateurs permet de réfléchir à cette place des déchets dans le métabolisme urbain.

➤ **Indicateur « Part de la consommation devenant déchet »**

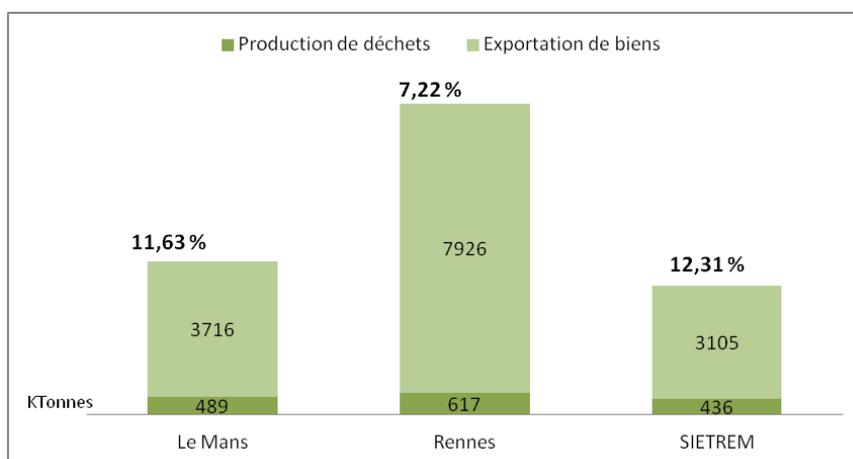


Graphique n°6. Indicateur de « Part de la consommation devenant déchet » (en ktonnes)

La figure n°14 illustre la production de déchets par rapport à la consommation de ressources, dont on peut déduire un indicateur de part de la consommation devenant déchet, constitué par le ratio déchets / consommation. Il s'agit de mesurer, d'après l'exploitation des bases de données décrites précédemment, l'efficacité des villes à utiliser de la matière en gaspillant le moins possible. Dans un premier temps, on peut lire que le rapport n'est pas aussi alarmant que l'on pourrait penser : environ 10% des ressources consommées deviennent des déchets. Le cas de Rennes est étonnant car son ratio est relativement moins élevé que les deux autres cas d'étude plutôt proches. Cette efficacité rennaise serait alors à caractériser en fonction de son tissu productif et démographique.

➤ **Indicateur de « Production de déchet en fonction des exportations »**

La figure n°15 illustre la production de déchets par rapport aux exportations de marchandises et de biens. Il s'agit donc d'un indicateur du ratio déchets / marchandises exportées, qui indique l'efficacité du territoire en terme de production de déchets, relativisés par rapport à son activité productive et exportatrice. L'objectif est ainsi de mesurer la corrélation entre la production de biens et de marchandises par la ville (qui représente à priori une valeur ajoutée et un développement économique) et la production de déchets comme externalité négative de ce système). En suivant dans un temps long cet indicateur, on pourrait évaluer les objectifs de découplage entre PIB et rejets de déchets. Pour ce graphique, on peut reprendre la même remarque que pour l'indicateur précédent : Rennes a, selon les données analysées, un ratio nettement plus performant que les deux autres cas d'étude. Il est encore une fois important de relativiser ces observations par rapport à la caractérisation du tissu productif des trois villes étudiées.



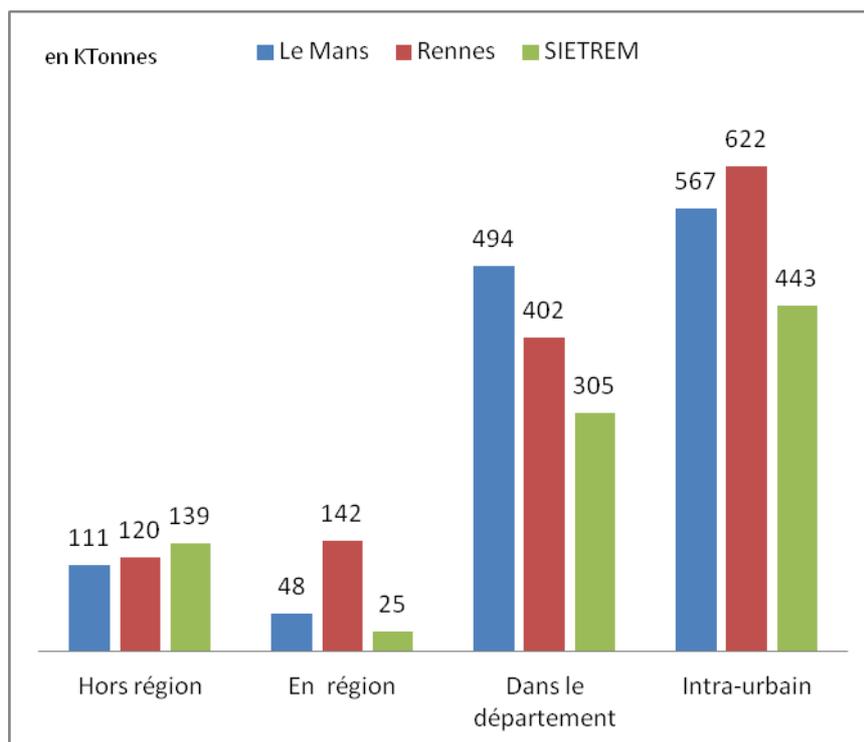
Graphique n°7. Indicateur de « Production de déchets en fonction des importations » (en ktonnes)

➤ **Indicateurs « Echelles spatiales de rejets des déchets »**

Cette section concerne l'objectif final du projet : comprendre comment se spatialise le traitement des déchets. Comme nous l'avons souligné plus haut, nous n'avons pu accéder directement à des localités (et donc des distances). Nous avons donc raisonné au niveau des échelles administratives (auxquelles sont disponibles les données) pour exploiter les bases de données. Il s'agit d'un indicateur qui montre quelles échelles spatiales sont mobilisées pour traiter les déchets urbains. Il est à noter que sont considérés dans le traitement, les étapes du tri, du regroupement, du reconditionnement, jusqu'au dernier utilisateur du déchet et sa transformation en matière de récupération. En effet, comme ce sont notamment les bases de transport de marchandises qui sont exploitées, nous avons pris en compte le dernier transport de déchet jusqu'à une entreprise d'élimination (incinération, stockage) ou une entreprise qui considère que le déchet est devenu un produit de vente²⁹.

On remarque sur ces schémas une part importante des déchets gérés aux échelles locales (urbaine et départementale). Les échelles plus éloignées sont assez peu présentes, même si le poids de l'échelle régionale est légèrement plus important à Rennes, alors que l'échelle nationale prend cette fois-ci plus de poids pour le SIETREM.

²⁹ Selon les réponses des entreprises qui acheminent la matière, ce qui signifie qu'il peut y avoir des décalage avec la sortie légale du statut de déchet



Graphique n°8. Indicateurs « Echelles spatiales de rejets des déchets » (en kTonnes)

Cette analyse est importante mais elle doit être développée de manière plus approfondie. En effet, les résultats précédents sont issus de l'exploration de bases de données nationales. Il est nécessaire de confirmer ou infirmer à l'aide de données empiriques. Cette section sera développée dans le chapitre 2 de ce rapport, puisqu'elle constitue la base de l'analyse de l'empreinte spatiale des déchets. Il sera alors possible de voir que ces différences spatiales sont très marquées en fonction des types de déchets et de leur valeur ajoutée.

3. L'EMPREINTE SPATIALE DES DECHETS

Le chapitre précédent a permis de mettre en évidence l'empreinte environnementale globale des villes étudiées en travaillant sur l'idée de métabolisme territoriale. La méthodologie mesurant ces bilans matières est déjà bien établie et consolidée. Elle ne prend cependant pas en compte la dimension spatiale de ce métabolisme. C'est à dire qu'elle permet d'identifier les flux de déchets entrants et sortants d'un territoire, mais sans en donner leur destination ou leur provenance. Ce deuxième chapitre cherche donc à identifier la destination des flux de déchets sortants des villes du Mans, de Rennes et de Marne La Vallée. Cette spatialisation des flux de déchets sera ensuite analysée au prisme du principe de proximité.

3.1. Objectif et méthode de l'empreinte spatiale

La mise en évidence de l'empreinte spatiale des déchets produits par les villes étudiées s'appuie sur les données collectées directement sur le terrain. L'objectif était de collecter des données les plus empiriques possibles. Si le souhait initial était d'identifier l'intégralité des flux de déchets produits par le territoire, le résultat est plus partiel. Il était donc important d'avoir une estimation théorique des gisements de déchets afin d'estimer la représentativité des données collectées. Nous verrons ensuite les choix opérés dans les agrégations de données en fonction de types de déchets, qui sont estimés similaires. L'ensemble de ces informations sera explicité dans cette partie.

3.1.1. Rappel de la méthode de collecte des données

Pour collecter les données citées ci-dessus nécessaires à la mesure des empreintes spatiales et des impacts environnementaux spatialisés, différentes stratégies ont été mises en place en fonction de la nature du déchet. En effet, selon la nature des activités étudiées et le type de déchets, les sources d'informations et leur accès sont très différents.

Pour les déchets municipaux, l'accès aux données est facilité (au moins pour les premières étapes de traitement) par le fait que leur gestion est de la responsabilité de la commune ou de la structure intercommunale à laquelle la compétence a été transférée. Un seul et même acteur détient généralement une grande partie des informations sur les flux de déchets et leurs premiers traitements. En revanche, pour les déchets des activités économiques, la tâche est plus ardue. Les entreprises et les services sont responsables de la collecte et du traitement des déchets qu'ils produisent. Les entreprises sont donc libres de conclure avec le prestataire de leur choix un contrat pour le traitement des déchets. Une enquête auprès de toutes les activités économiques ne semble donc pas réalisable. Si les déchets sont produits en quantité limitée et assimilables à des déchets ménagers, ils peuvent être collectés et traités avec les déchets des ménages. La collecte des données peut donc s'avérer longue et fastidieuse. Outre la question de l'accès aux données concernant les flux, la connaissance précise du gisement est également moins facile que pour les déchets des ménages. En fonction de l'activité, de la taille de l'établissement, la nature et les quantités de déchets peuvent être extrêmement variables. Des études ont été menées à ce sujet permettant d'avoir quelques pistes de réflexion.

Une méthode spécifique en fonction du producteur de déchets a donc été élaborée. En outre, une différenciation a été faite entre les déchets dangereux, souvent produits en petite quantité, et les déchets non dangereux. La méthode de collecte des données sera donc différente en fonction des trois catégories suivantes : DM (Déchets Municipaux), DAE (Déchets des Activités Economiques) et Déchets dangereux (qui sont donc exclus pour l'étude des deux premières catégories). L'ensemble de ces données est traité sous forme de fichiers *shape* sur un Système d'Information Géographique.

3.1.2. Estimation de la représentativité des gisements identifiés

Afin d'évaluer la représentativité des données collectées, il est nécessaire d'avoir une vision sur les productions estimées de déchets à l'échelle des trois villes étudiées. Pour cela deux méthodes ont été utilisées.

➤ *Méthodologie d'estimation des gisements*

Méthode ADEME

La première méthode consiste à reprendre les chiffres produits par l'ADEME à l'échelle nationale chaque année. Ceux de l'année 2014³⁰ montrent qu'en moyenne pour une tonne de Déchets Municipaux (DM), le territoire national produit 2,2759 tonnes de Déchets des Activités Economiques (DAE) et 8,9655 tonnes de déchets de la construction. L'application de ce ratio donne donc une estimation très large de la production des différents types de déchets d'un territoire, puisqu'elle ne tient pas compte des différentiels de production liés à la diversité des activités (notamment

³⁰ ADEME, 2014, *Les chiffres clés déchets : édition 2014*, Angers : ADEME, 79p.

industrielles) entre les territoires. Il s'agit d'évaluer la pertinence des données collectées dans le cadre du projet MUEED.

Méthode développée par la CCI de Toulouse, la CMA de Haute-Garonne et l'ORDIMIP

La seconde méthode utilisée est bien plus précise, mais reste à relativiser en fonction de son mode de construction. Elle est développée depuis plusieurs années et en permanence actualisée par la Chambre de Commerce et d'Industrie de Toulouse (CCI), la Chambre de Métiers et de l'Artisanat (CMA) de Haute Garonne et l'Observatoire Régional des Déchets de Midi-Pyrénées (ORDIMIP). Cette méthode cherche à évaluer la production de DAE (excluant les déchets dangereux et les déchets inertes, donc les déchets de la construction), en fonction de la réalité de l'activité économique d'un territoire. La donnée de base de cet outil est la quantité et la taille (nombre d'employés) des établissements par types de codes NAF (Nomenclatures d'Activités Française). Cela exclut donc les établissements publics (écoles, hôpitaux, administration, etc.), non référencés dans cette nomenclature relative aux activités économiques. L'outil toulousain s'appuie alors sur un grand nombre d'études à sa disposition concernant des caractérisations des déchets produits par différents types d'activités à différentes dates.

Au-delà d'offrir un gisement théorique pour les DAE, cette méthode en estime le détail en fonction des types de matériaux, permettant ainsi de s'approcher au plus près de la production réelle.

➤ Résultats des gisements estimés

Résultats globaux des deux méthodes

Les tableaux qui suivent offrent donc un bilan de l'application des deux méthodes (ADEME et CCI-Toulouse) précédentes afin d'estimer les gisements globalement produits par les territoires d'études. Elle les met en relation avec les données collectées sur chaque territoire, afin d'estimer un pourcentage de données collectées de façon empirique pour ce projet MUEED, par rapport à la production théorique.

On remarque ainsi que la quantité de données collectées dépasse souvent les estimations concernant les DMA. Nous avons pour ces déchets une vision très précise de leur production et de leur destination puisqu'il s'agit de données centralisées par les instances de gestion des déchets du territoire qui font l'objet d'un suivi au kilogramme près. Le dépassement des estimations est alors lié à l'ensemble du contexte territorial (production effective de déchets en fonction des types d'habitations, de l'intégration plus ou moins grande de déchets « assimilés » aux DMA, des politiques de prévention, etc.).

Type de déchets		D Municipaux	DAE	D-BTP
Le Mans	Estim. ADEME (T.)	116 792,27	233 584,54	1 167 922,70
	Estim. CCI Toulouse (T.)	---	125 574	---
	Données collectées (T.)	111 989	58 270	---
	% collecté	95,9	46,40	0
Rennes	Estim. ADEME (T.)	241 637	483 274	2 416 369
	Estim. CCI Toulouse (T.)	---	205 149	---
	Données collectées (T.)	193 954	101 970	---
	% collecté	80,27	49,71	0
SIETREM	Estim. ADEME (T.)	167137	334274	1671370
	Estim. CCI Toulouse (T.)	---	135 270	---
	Données collectées (T.)	174 654	79 523	473
	% collecté	104,5	58,79	0,03

Tableau n°3. Estimation des gisements de déchets selon différentes méthodes

Concernant les DAE, les estimations surpassent alors largement les données collectées. Celles-ci représentent en effet autour de 20% des productions estimées. Cet écart vient de la très grande difficulté qu'il y a à collecter ces données de façon empirique. Les entreprises sont en effet très réfractaires à diffuser ce genre d'information, puisque des enjeux stratégiques de concurrence sont présents pour elles. Les données collectées, soit auprès des producteurs, soit, pour la majorité, auprès des prestataires de collecte, sont donc le fruit d'un long et fastidieux travail d'approche de ces structures.

Résultats détaillés des DAE (méthode CCI de Toulouse, la CMA de Haute-Garonne et l'ORDIMIP)

Les résultats de l'opération effectuée par la CCI de Toulouse (méthode CCI de Toulouse, la CMA de Haute-Garonne et l'ORDIMIP), sur la base des caractéristiques des activités économiques des trois territoires d'études, offre

une vision détaillée de la production théorique de déchets. Celle-ci est décomposée en fonction des différents types de matériaux produits. La figure suivante permet de détailler ces données.

Type de déchets	Le Mans			Rennes			SIETREM		
	Théorique	Empirique	%	Théorique	Empirique	%	Théorique	Empirique	%
Verre	2 085	9	0,43	4 091	0	0	2 557	0	0
Métaux	34 322	30 003,2	87,42	25 614	9439	36,85	16 971	196	,15
Plastiques	3 850	0	0	7 653	2 172	28,38	4 610	115	,49
Caoutchouc	236	0	0	593	0	0	427	0	0
Textiles/Cuir	257	0	0	322	0	0	223	0	0
Papiers/Cartons	21 571	20 000	92,72	42 539	36 874	86,68	28 783	3 919	13,62
Bois	18 197	0	0	41 502	5929	14,29	24 663	750	,04
Organiques	9 448	6136	64,94	18 508	500	2,7	14 567	2 374	16,3
Mélange	29 833	0	0	53 941	41 789	77,47	38 587	42 910	111,2
Chantier (hors inertes)	4 798	0	0	9 531	1882	19,75	3 641	1315	36,12
Pneus	977	18	1,84	855	0	0	241	0	0
DDS	---	10			200			95	
VHU		34			500				
DEEE		2060			128				
Déchets liquides					1 300				
DASRI					1252				
DEA								5	

Tableau n°4. Comparaison des données empiriques et obtenus par estimation (théorique) pour toutes les catégories de déchets urbains

On remarque, en analysant ces résultats, un relatif équilibre dans les données empiriques collectées à Rennes, avec la représentativité de presque tous les types de flux. Au contraire, au Mans et au SIETREM, certains types de déchets ont relativement bien été appréhendés, alors que d'autres très peu. Cette différence est liée au fait que la méthodologie choisie pour collecter les informations n'était pas la même en fonction des territoires. A Rennes, les données ont été collectées auprès des prestataires de gestion des déchets du territoire de façon globale (avec des taux de réponse plus ou moins important en fonction des prestataires). Au Mans, l'approche a été menée par filière, ce qui explique les différences importantes entre types de déchets. Enfin à Marne-La-Vallée, il a été difficile d'obtenir des informations de la part de prestataires assez réticents à collaborer, d'où des résultats centrés essentiellement sur les déchets en mélanges (DIB incinérés ou enfouis).

3.1.3. Agrégation des résultats en fonction des types de déchets

Afin de représenter les données collectées de façon empirique, les types de déchets ont été classés selon la nomenclature SINOE (Système d'Information et Observations de l'Environnement), afin de prendre une nomenclature nationale. Celle-ci divise les déchets en 15 grandes catégories, elles mêmes subdivisées en de nombreuses sous-catégories. Afin d'avoir une analyse réaliste des données, nous avons fait le choix de synthétiser ces multiples catégories en 19 catégories de déchets qui seront représentés sur la cartographie qui suit. Certaines de nos catégories ne reprennent qu'une seule catégorie SINOE (les pneus par exemple), d'autre au contraire en regroupe un très grand nombre (tels que les DDS – Déchets Diffus Spécifiques – que nous avons tous regroupés car il s'agit de quantités de déchets peu importante pour une typologie très variée de produits). L'une des difficultés est que certains types de déchets correspondent à des matières premières (plastique, verre, etc.), alors que d'autre à des biens de consommation par définition constitués de ces différentes matières premières (DEEE, VHU, etc.). Voici l'ensemble des catégories retenues pour le travail de cartographie :

- DDS Déchets Diffus Spécifiques	- Bois	- Déchets en mélange (OMR Ordures Ménagères Résiduelles + DIB Déchets
- Déchets métalliques	- Textiles	
	- VHU (Véhicules Hors	

<ul style="list-style-type: none"> - Verre - Papiers-cartons - Journaux magazines - Caoutchouc - Pneumatiques - Plastiques 	<ul style="list-style-type: none"> d'Usage) - DEEE (Déchets d'Equipement Electriques et Electroniques) - Déchets d'Equipement d'Ameublement - Déchets organiques 	<ul style="list-style-type: none"> Industriels Banals) - Emballages en mélange - Déchets de déchets - Boues - Déchets de la construction
--	--	---

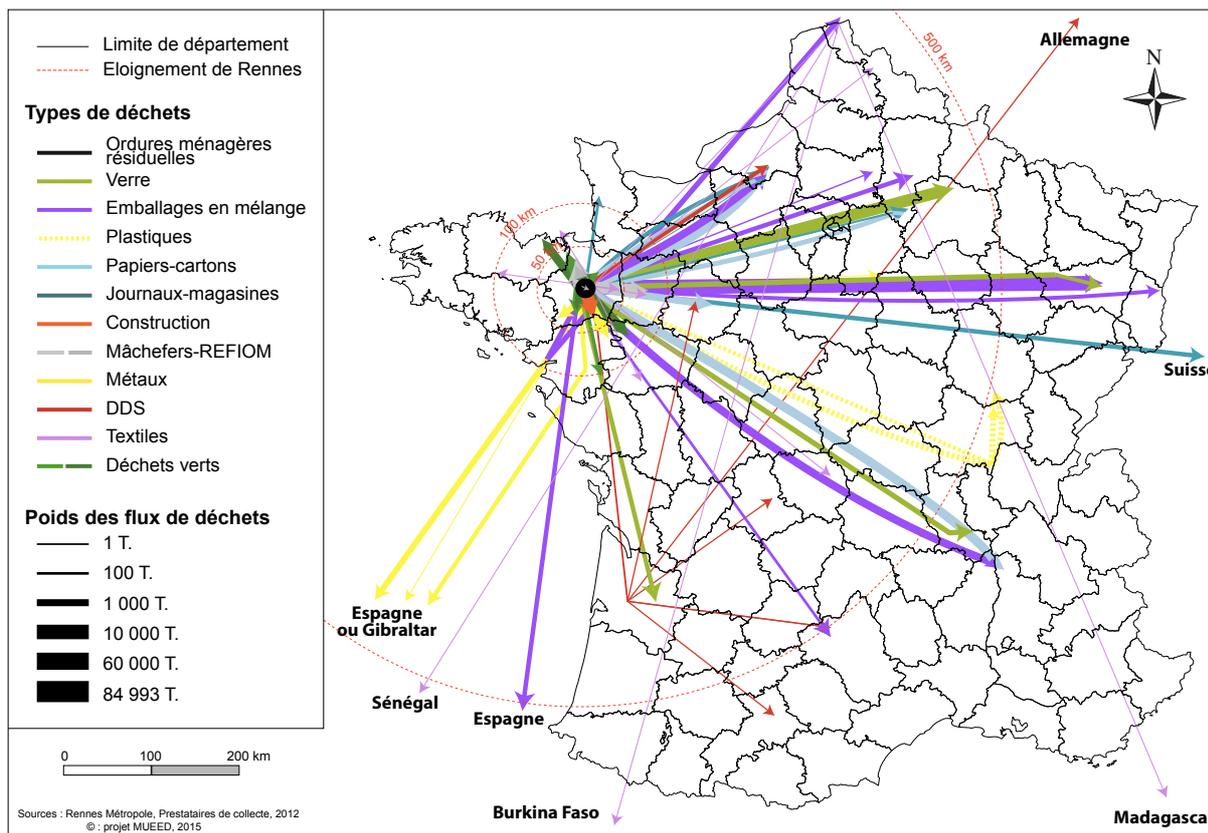
Tableau n°5. Liste des catégories de déchets retenus dans la cartographie

Au-delà de cette catégorie de types de déchets, notre base de données a clairement différencié les DM, pour lesquels nous avons une base de données exhaustive, des DAE où les informations recueillies sont plus partielles.

3.2. Cartographie des déchets municipaux

L'ensemble des données collectées de façon empirique est représenté sur les cartes qui suivent. Les cartes présentées ici ne sont qu'un aperçu des résultats qui peuvent être obtenus. Elles feront l'objet d'une analyse plus spécifique en fonction des territoires et des filières dans le chapitre 5. Ce premier résultat cartographique montre en effet la diversité des situations en fonction de chaque type de déchets, alors que les logiques entre les trois territoires sont relativement proches.

3.2.1. Rennes



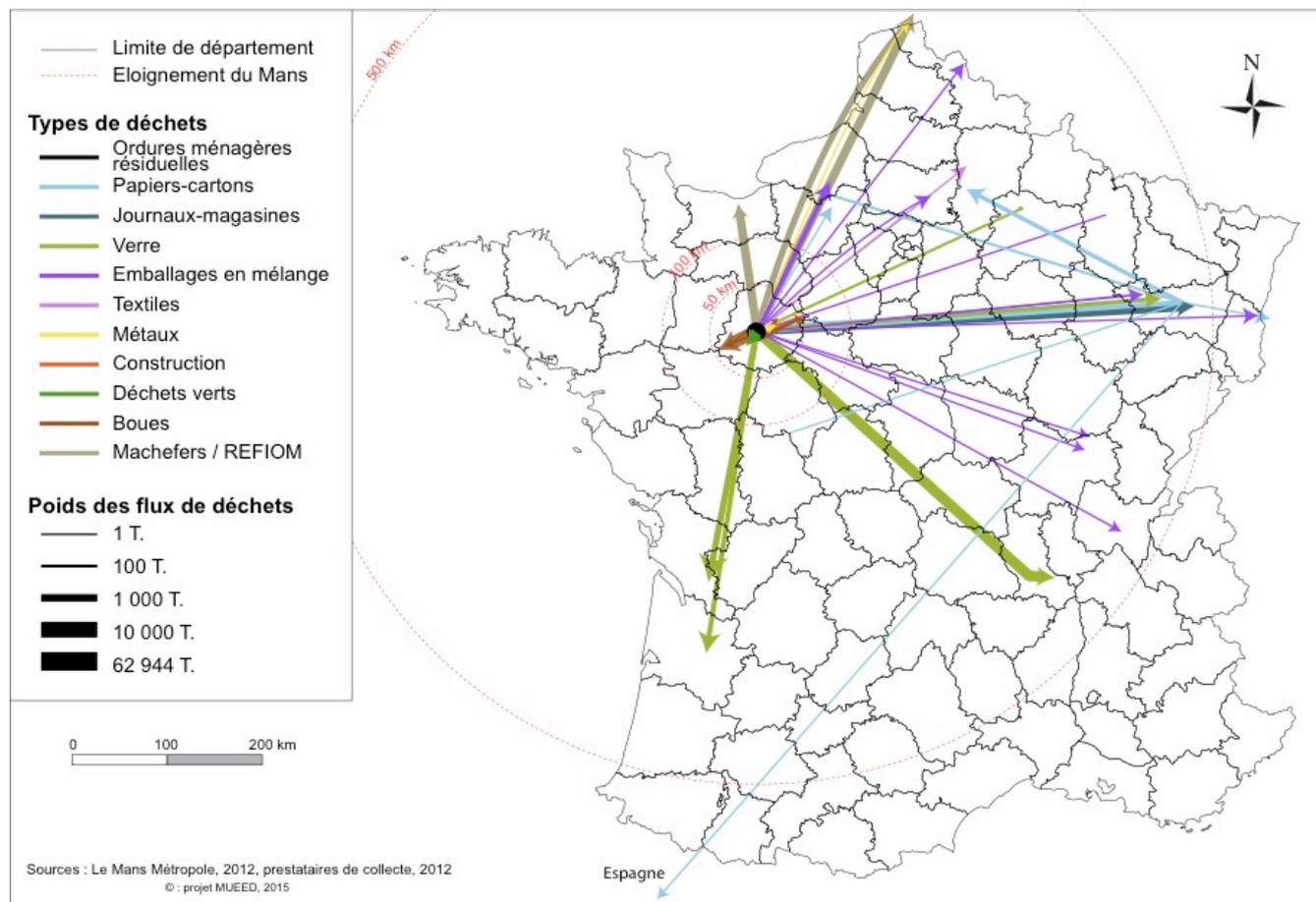
Carte n°5. Flux de déchets municipaux de Rennes

La carte de Rennes présente des flux de déchets partant largement à l'échelle nationale et internationale. Une partie importante des emballages issus de la collecte sélective partent « en mélange » avant d'être triés et valorisés. On note ici la mise en application de la logique visant à pré-trier les déchets localement, sur leur site de production, avant de les envoyer vers des centres de tri spécialisés afin d'opérer un tri plus fin et ensuite, de les valoriser au

maximum. Il s'agit des logiques actuellement mises en avant par l'ADEME et par les éco-organismes, favorisant la spécialisation technologique et la performance du tri à la logique de pure proximité.

On note que le cercle représentant l'incinération des Ordures Ménagères Résiduelles est assez peu visible sur la carte (du fait du choix de mode de représentation ne mettant pas en avant un élément qui reste ponctuel, mais favorisant les flux linéaires). Pour autant, une part importante des déchets est concernée par cette valorisation énergétique. Ce poids du local sera détaillé par la suite, puisque la carte n'est là que pour spatialiser ce qui peut l'être.

3.2.1. Le Mans

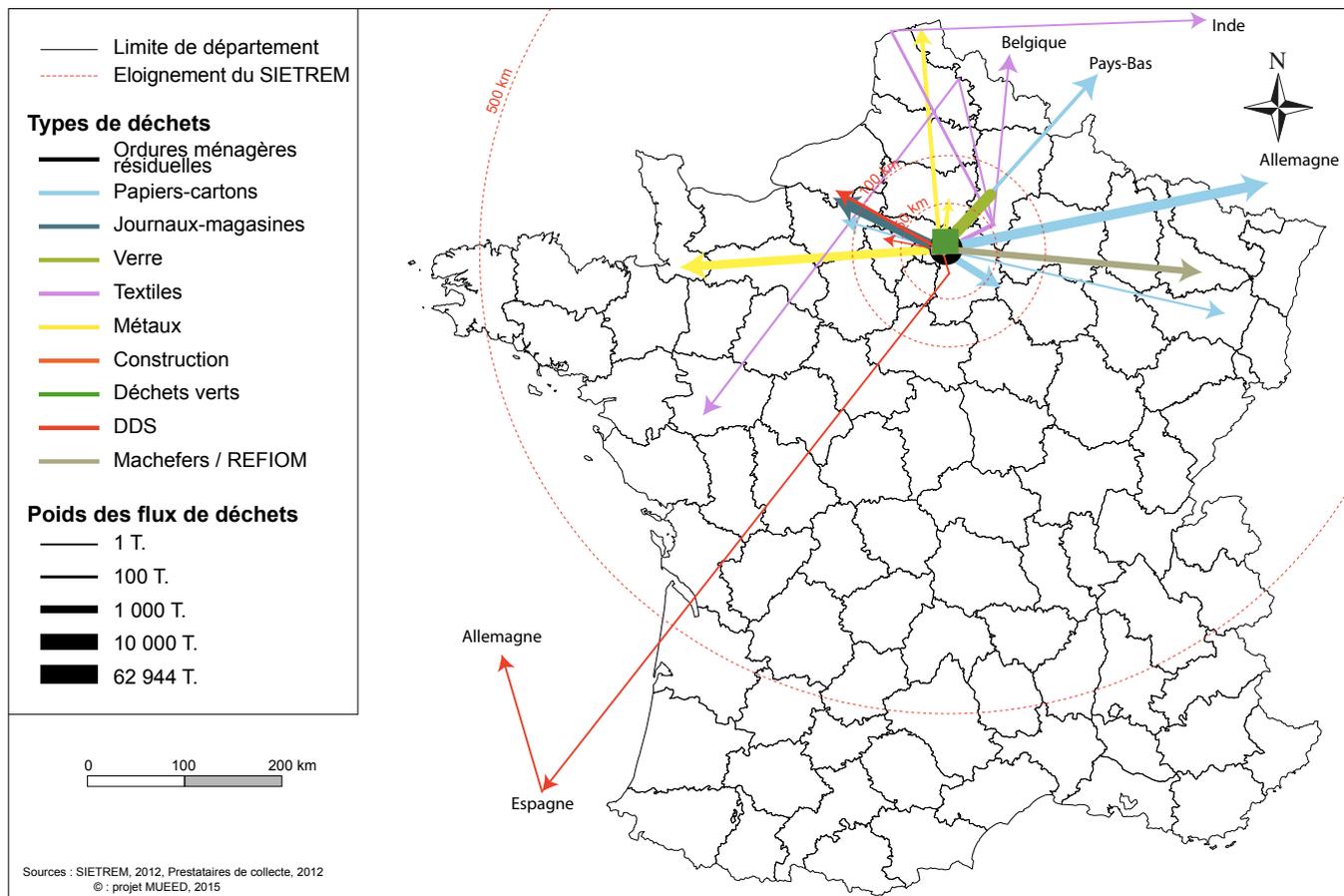


Carte n°6. Flux de déchets municipaux du Mans

La structuration des flux de déchets du Mans connaît les mêmes grandes logiques que celle de Rennes. On y retrouve d'ailleurs les mêmes points de réception des déchets : la région lyonnaise, bordelaise ou la Champagne pour les déchets de verre ; l'est de la France pour les emballages, notamment en mélange. On remarque également qu'une part importante des déchets partent vers les ports pour l'exportation : Caen, Rouen, Saint-Nazaire ou Dunkerque. L'empreinte spatiale des déchets verts semble moins importante au Mans qu'à Rennes, probablement puisque Le Mans ne possède qu'une plateforme de compostage, quand Rennes s'appuie sur plusieurs. Si la part des exportations à l'international semble moins importante au Mans, c'est en réalité que nous avons plus facilement tracé les flux de déchets à cette échelle à Rennes qu'au Mans.

La carte du SIETREM offre ensuite des observations similaires à celles du Mans et de Rennes, si ce n'est qu'elle est moins étayée. En effet, la collecte de donnée n'a pas permis de remonter aussi loin les filières sur le secteur de Marne-La-Vallée que sur les deux autres villes étudiées.

3.2.2. Marne-La-Vallée



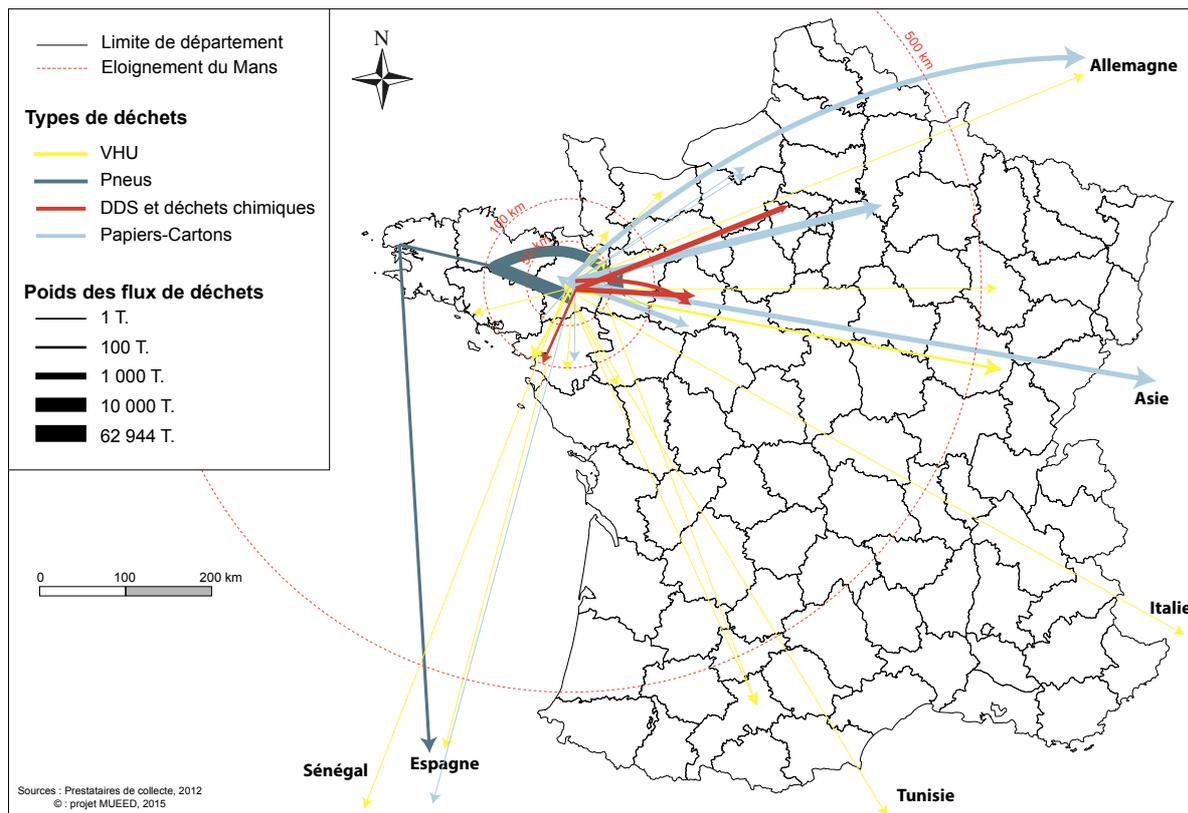
Carte n°7. Flux de déchets municipaux du SIETREM

3.3. Les Déchets des Activités Economiques

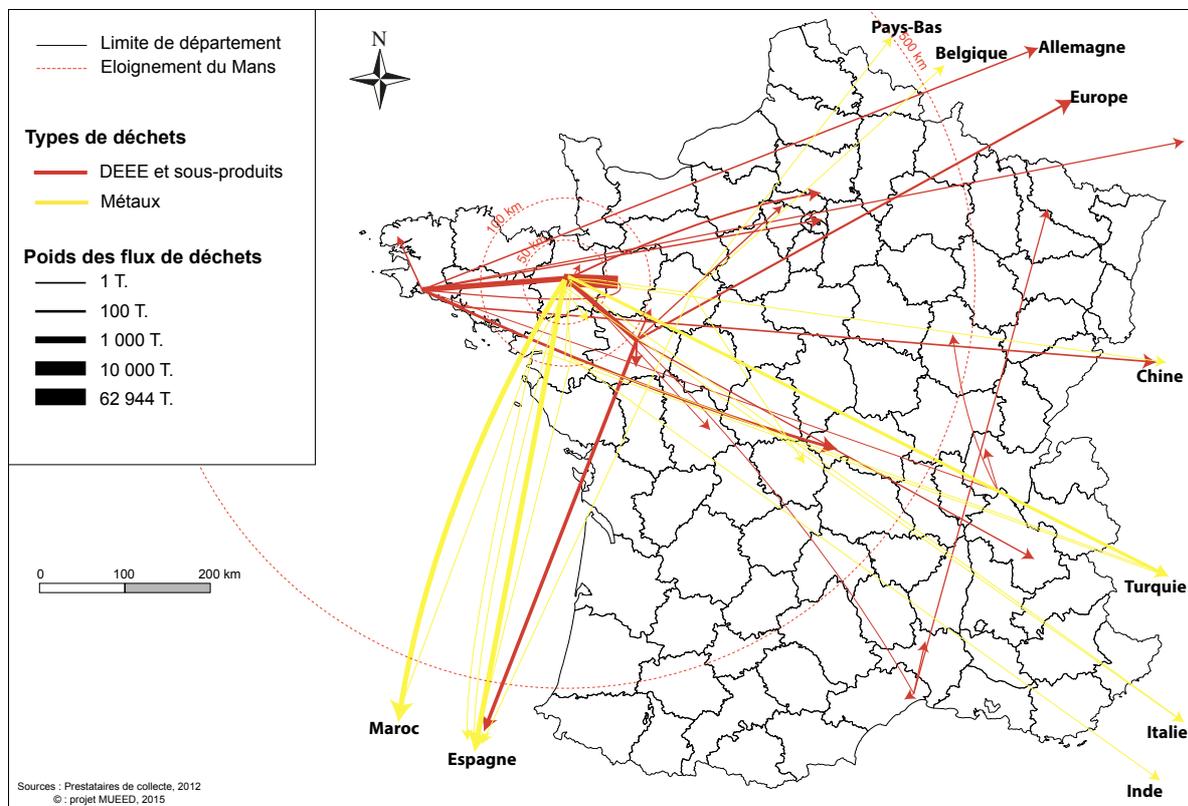
La méthodologie de collecte des données fait que les résultats relatifs aux DAE sont plus partiels. Ils offrent cependant des analyses intéressantes dans leur approche spatiale, avec une diversité bien plus grande de situations que pour les DMA.

3.3.1. Rennes

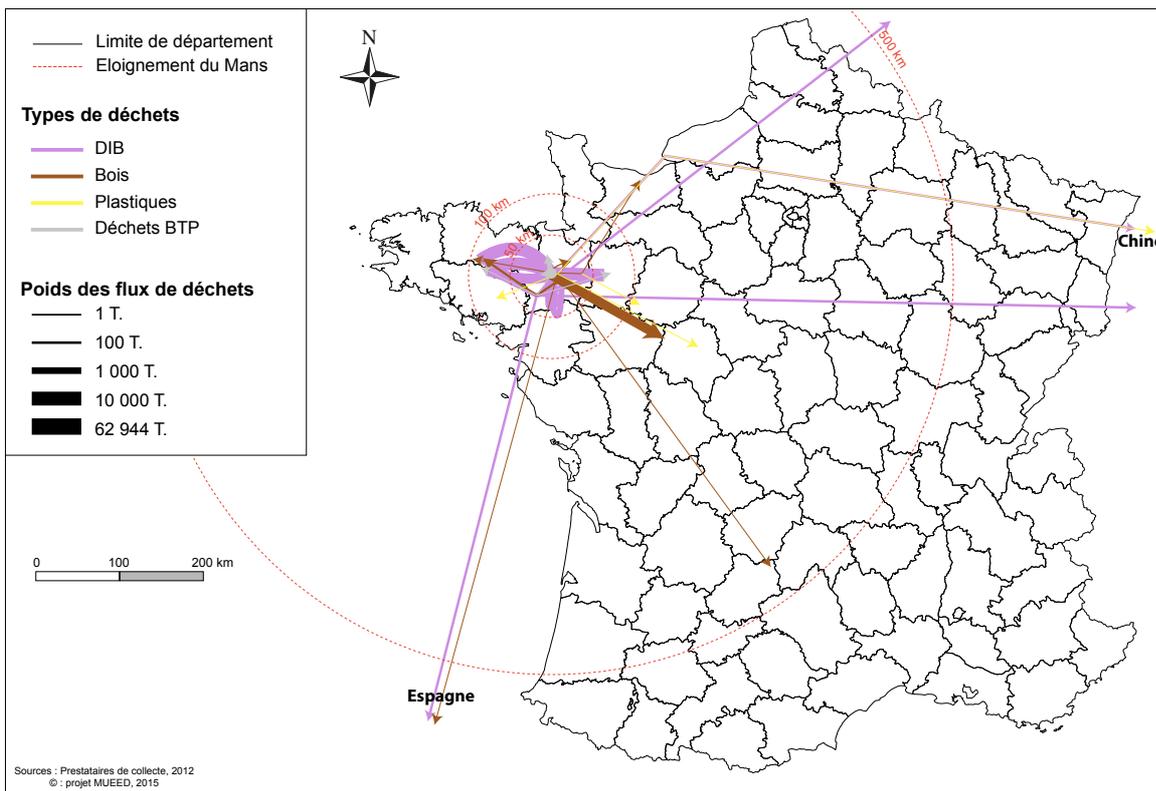
La représentation des DAE de Rennes Métropole a été divisée en trois cartes afin d'offrir une plus grande lisibilité des résultats. Cette subdivision n'est qu'illustrative. Elle n'a aucune valeur d'analyse par rapport à des similitudes entre les différents flux de déchets. Ce découpage n'a pas été nécessaire pour Le Mans et le SIETREM, puisque la quantité de déchets et surtout les types de flux collectés sont moins variés. Il s'agit là de la limite méthodologique évoquée précédemment concernant les Déchets des Activités Economiques.



Carte n°8. Certains flux de DAE de Rennes – 1/3

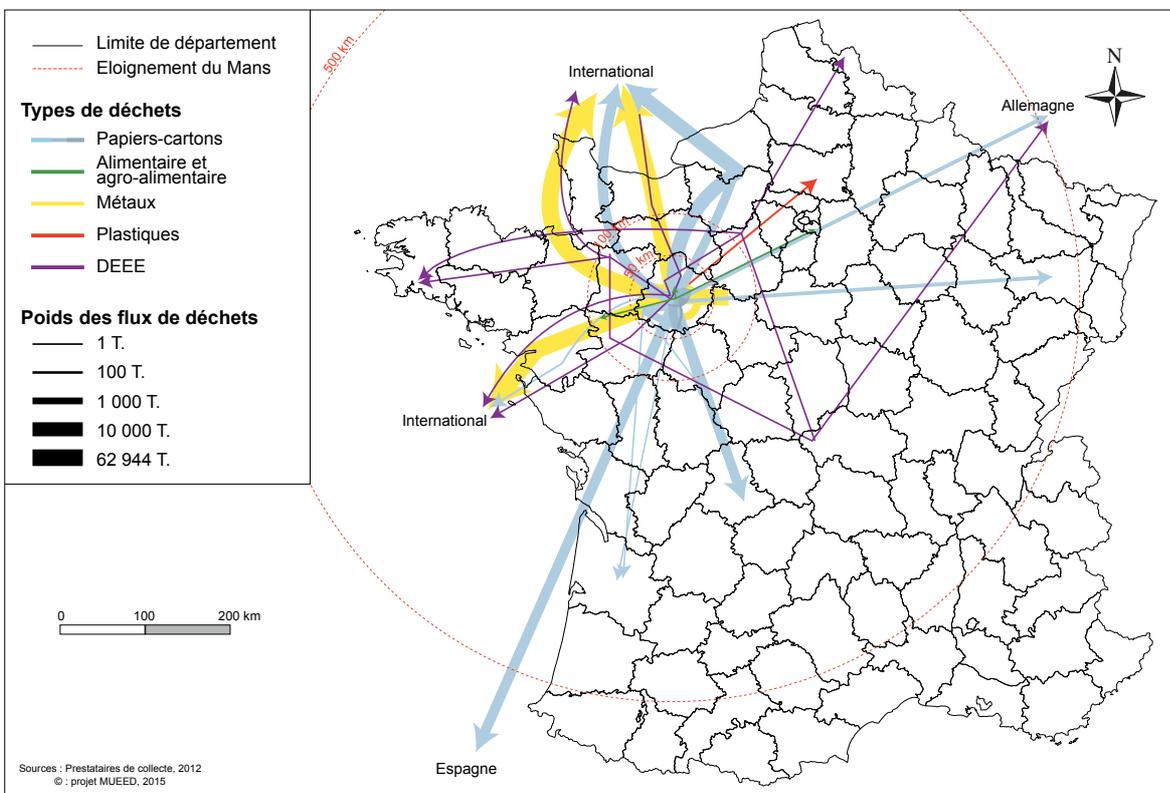


Carte n°9. Certains flux de DAE de Rennes – 2/3



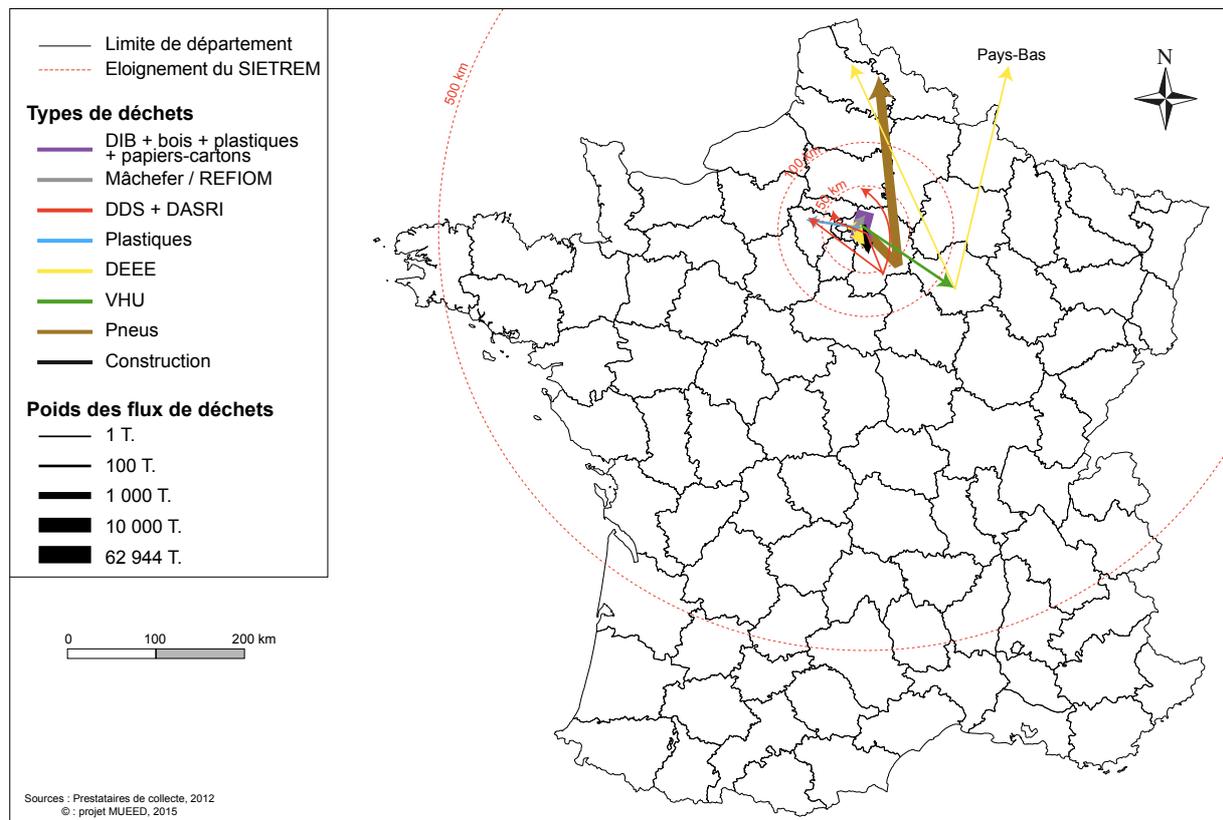
Carte n°10. Certains flux de DAE de Rennes – 3/3

3.3.2. Le Mans



Carte n°11. Certains flux de DAE du Mans

3.3.3. Marne La Vallée



Carte n°12. Certains flux de DAE du SIETREM

L'ensemble des cartes présentées concernant les DAE, avec toute la partialité de leur incomplétude, montre des logiques similaires entre les trois territoires. On remarque que les DAE, ayant souvent une valeur ajoutée plus importante que les DMA, partent largement à l'export. Ils connaissent au minimum un rayonnement national. Il s'agit la plupart du temps de valoriser au mieux des gisements moins mélangés que les DMA, donc plus facilement triables et valorisables. Ces cartes sont donc à prendre qu'à titre indicatif, puisque l'ensemble des prestataires de collecte nous a bien indiqué la difficulté à diffuser des informations spatialisables, du fait de la forte variabilité des destinations sur un marché très concurrentiel. Les logiques spatiales sont donc fortement évolutives, davantage que sur les DMA, plus contraints du fait des logiques de gestions.

Certains déchets parcourent de grandes distances non pas pour être valorisés, mais pour répondre à des difficultés spécifiques d'élimination. Il s'agit notamment des déchets dangereux (Déchets Diffus Spécifiques – DDS – et Déchets des Activités de Soins et à Risque Infectieux – DASRI). On remarque que seuls les Déchets Industriels Banals (DIB) restent gérés localement. Cela est lié au fait qu'ils soient incinérés ou enfouis, dans des infrastructures largement disséminées sur le territoire.

3.4. Vers l'analyse des résultats : la construction d'indicateurs d'empreinte spatiale

Tout comme le travail effectué pour le métabolisme urbain, nous avons réfléchi à la construction d'indicateurs permettant d'analyser l'empreinte spatiale de la gestion des déchets.

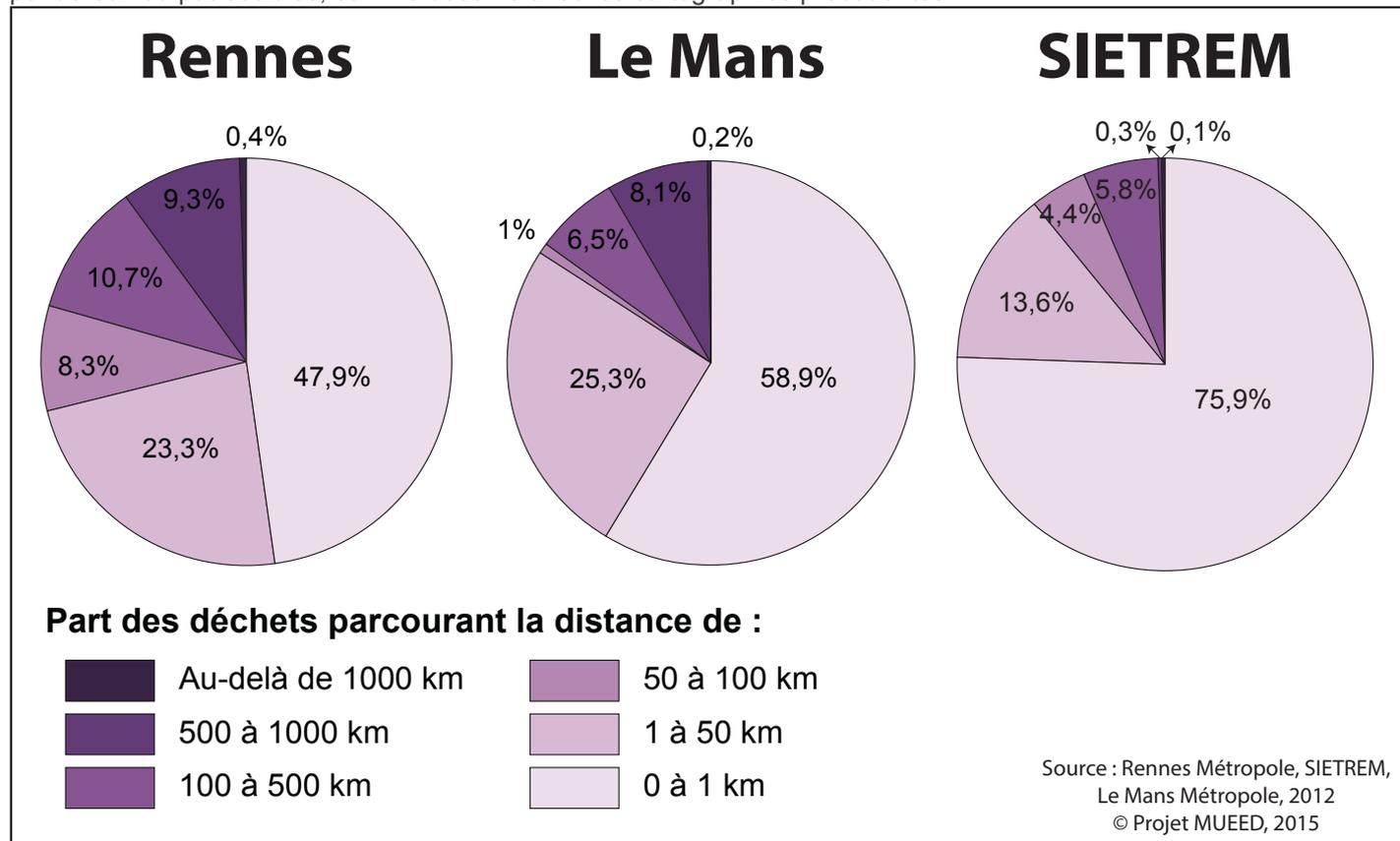
3.4.1. Part des déchets en fonction des distances

L'indicateur construit ici permet d'estimer le pourcentage des déchets réalisant une distance inférieure à 1km, à 50km, 100km, 500km, 1000km ou allant au-delà de 1000km. Ces indicateurs ne concernent pas les territoires administratifs tels que ceux de la partie 1.3.3., mais ils se focalisent sur les distances. On peut cependant retrouver une

certaines corrélations entre les distances et l'échelle du département (rayon d'environ 50km) et l'échelle nationale (autour de 1000km). Ce pourcentage de déchets sera par la suite analysé au prisme de la question du principe de proximité. La part des déchets en fonction des distances de Marne-La-Vallée est en phase de construction.

Cet indicateur n'est calculé que pour les DMA, du fait du manque de données exhaustives pour les DAE. Nous pouvons procéder à une étude par filières de ces DAE, mais pas à une vision globale telle que celle-ci, intégrant l'ensemble des déchets.

On remarque dans nos cas d'étude que plus de la moitié des DMA produits par un territoire sont traités à une échelle très locale (moins de 1km de leur premier lieu de collecte). Il s'agit pour l'essentiel de déchets incinérés, puisque Rennes et Le Mans possèdent un incinérateur. Si on y ajoute les déchets qui parcourent de courtes distances (moins de 50km), on atteint en moyenne les $\frac{3}{4}$ de volumes de déchets. Il s'agit alors de déchets spécifiques, souvent pondéreux ou putrescibles, comme observé avec les cartographies précédentes.



Graphique n°9. La part des déchets municipaux en fonction des distances parcourues

3.4.2. Distance maximale parcourue par les déchets

Cet indicateur représente la distance maximale parcourue par les déchets en fonction de leur territoire de production et de leur type. Les données empiriques n'étant pas exhaustives, nous avons focalisé notre analyse sur certains types de déchets. On note cependant ici une grande différence entre les déchets à forte valeur ajoutée (métaux, papiers-carton, certains textiles) et les déchets gérés plutôt nationalement à l'échelle inférieure à 1000km (verre, plastique, certains papiers-cartons, textiles), voire même localement, inférieur à 100km (déchets de la construction, déchets verts). L'analyse sera ensuite réalisée par filières dans le dernier chapitre de ce rapport.

L'ensemble de ces indicateurs spatiaux conduit à des résultats qui concernent les distances parcourues. Il convient de les relativiser par rapport à l'impact environnemental de l'ensemble des filières.

4. L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DES DECHETS

L'empreinte spatiale a permis d'identifier la distance parcourue par les déchets et l'ampleur des exportations de nuisances ou de ressources qu'ils constituent. Afin d'avoir une idée plus précise de l'impact environnemental de ce transfert de déchets, nous avons cherché à mesurer l'empreinte environnementale de l'étape du transport, ainsi que des activités de traitement (élimination ou valorisation) réalisées. Différentes méthodologies ont alors été développées. Le premier bloc méthodologique consiste à évaluer, de façon simple et estimative, le rapport entre l'impact du transport et celui du traitement. Le second bloc montrera qu'il est difficile d'avoir une évaluation précise de l'empreinte environnementale à une échelle aussi large, avec un nombre aussi important de flux sur une ville.

4.1. L'empreinte environnementale transport/traitement

La mesure de l'empreinte environnementale a ici pour objectif de relativiser les chiffres des distances parcourues, afin, par la suite, d'avoir une analyse des typologies de filières. Il ne s'agit donc pas d'identifier l'ensemble des impacts environnementaux de façon empirique sur chaque flux et chaque centre de transfert, tri ou traitement, mais simplement d'estimer l'ordre de grandeur du ratio des impacts du transport vis-à-vis de ceux du traitement.

4.1.1. Objectif et méthode de l'estimation du ratio transport / traitement

➤ Objectifs

Cette section cherche à avoir une approche plus large que la seule mesure de l'empreinte spatiale des déchets urbains à travers la mesure et la spatialisation de leurs impacts environnementaux.

Réglementairement, les plans et programmes susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement doivent faire l'objet d'une évaluation environnementale préalable à leur adoption depuis la directive européenne n°2001/42/CE du 27 juin 2001. Ainsi, les plans départementaux de prévention et de gestion des déchets non dangereux (PDP PPG-DND) et déchets du BTP (PPG-DBTP), ainsi que les plans régionaux de prévention et de gestion des déchets dangereux (PRP PPG-DD), sont concernés par l'évaluation environnementale. Les plans révisés récemment s'y sont assujettis. Les nouveaux plans, qui passent depuis la loi NOTRE (2015) à l'échelon régional, devront reprendre ces attributions. Cependant, il n'existe pas d'obligation réglementaire pour faire l'évaluation environnementale des politiques urbaines de gestion des déchets.

L'objectif de cette section est d'interroger les outils d'évaluation environnementale au prisme de la proximité dans les filières de déchets. Plus précisément, cette section étudie les contributions respectives des modes de transports et de traitements dans les filières de gestion des déchets. Il s'agira ici de mettre en perspective les impacts environnementaux du transport des déchets, au regard des impacts (nuisances et aménités) du traitement. Nous resituerons ainsi la question de la proximité spatiale dans des enjeux environnementaux plus larges.

➤ Les différentes méthodes existantes

L'approche en termes d'empreinte environnementale mobilise ainsi plusieurs outils relatifs à l'évaluation environnementale, faisant l'objet de méthodologies très précises et documentées : l'empreinte écologique, l'analyse du cycle de vie et le bilan carbone. Ces méthodes proposent un inventaire des flux entrants et sortants du système étudié, ici le territoire d'étude. A l'exception de la méthode MFA qui se limite à cet inventaire, ces méthodes proposent ensuite une traduction de cet inventaire en termes d'impacts. Dans le premier livrable du projet de recherche PRODDEVAL³¹, ces résultats potentiels en termes d'impacts sont décrits comme étant :

- L'empreinte écologique permet « d'évaluer la pression exercée par l'activité humaine sur l'environnement par une quantification de la surface productive nécessaire à une population pour vivre durablement » (Aissani et al., 2012).
- Le bilan carbone évalue l'impact environnemental d'un système en quantifiant ses émissions de gaz à effet de serre.
- L'ACV évalue les impacts environnementaux potentiels d'un système en considérant toutes les étapes de son cycle de vie. « Tout au long du cycle de vie, les flux entrants et sortants de l'environnement sont identifiés et quantifiés afin d'identifier et quantifier les impacts environnementaux associés » (Aissani et al., 2012).

³¹ Le projet PRODDEVAL (PROcessus Décisionnels Déchets et EVALuation) est porté par l'IRSTEA, et implique également l'ENGEES et l'entreprise Médiation & Environnement. Il est financé par l'ADEME dans le cadre du programme « Déchets et société – Individus et jeux d'acteurs ». Ce projet vise à comprendre la place des outils d'évaluation environnementale tels que l'empreinte écologique, le bilan carbone ou l'ACV dans les processus décisionnels en matière de gestion des déchets, à analyser leur efficacité et à proposer des pistes d'amélioration.

Nous avons choisi d'effectuer une évaluation environnementale basée sur la méthodologie de l'ACV. En effet, certaines recherches ont montré que l'ACV est particulièrement adapté pour comparer différents modes de traitement (F. Cherubini et al., 2009 ; Y. Fernandez-Nava et al., 2014). D'autres travaux se sont focalisés sur les stratégies urbaines de gestion des déchets afin d'analyser différents scénarios (Q. Song et al., 2013 ; A.S. Erses Yay, 2015). Il s'agit également d'observer quelles étapes sont les plus contributrices à la gestion urbaine (M. Herva et al., 2014).

L'application de l'ACV à la gestion urbaine des déchets présente cependant de nombreuses difficultés recensées dans la littérature (A. Laurent et al., 2014). Elles concernent une définition peu claire de l'objectif initial, un manque de transparence du scope de l'étude, les frontières du système pas identifiées, l'inventaire initial des catégories de déchets mal réalisé, les difficultés à analyser les spécificités locales, des indicateurs mal choisis, et le manque d'analyse des incertitudes. Il faut ajouter l'incomplétude récurrente des données nécessaires à ces études.

➤ **Limites et précautions de l'étude**

A partir des données collectées pour réaliser l'empreinte spatiale des déchets, nous avons construit une base de donnée relative à différentes catégories de déchets. Elles contiennent des informations sur leur transport depuis les villes d'études jusqu'à leurs points d'acheminement, ainsi que sur le mode de traitement opéré. L'objectif est ici de traduire ces flux en impacts environnementaux. Il existe cinq difficultés (cf. ci-dessus A. Laurent et al., 2014) à ce choix méthodologique :

- L'objectif initial n'est pas de comparer directement les trois terrains d'études, par manque de données techniques concernant le fonctionnement des 300 installations de traitement recensées (même si de nombreuses installations sont redondantes aux trois villes). Il s'agit néanmoins de comprendre la contribution de la proximité spatiale dans les impacts environnementaux des filières de traitement de déchets urbains.
- Les frontières des systèmes sont identifiées fonctionnellement et géographiquement (cf chapitre 1). Ainsi, nous commençons à suivre la trajectoire de ce qui est produit comme déchet sur le territoire urbain d'étude, jusqu'aux déchets éliminés ou valorisés. Pour les déchets éliminés, nous nous arrêtons à la mise en stockage et aux déchets et coproduits de l'incinération (Refiom, mâchefers, acier). Pour la valorisation, nous nous arrêtons au stade où le déchet quitte son statut réglementaire et devient une ressource (par exemple à la dernière installation de recyclage qui vend à une usine consommatrice de matières de récupération). Cependant, il est parfois très difficile de différencier la dernière entreprise de traitement de déchet de la première utilisatrice de matière recyclée. Cela revient à se poser la question méthodologique : à quelle installation doit-on attribuer le bénéfice du recyclage ?
- L'inventaire des catégories de déchets est une véritable difficulté dans notre étude car conditionnée par la collecte des données sur le terrain. Nous avons opté pour un focus sur les déchets municipaux, car leur fiabilité est la plus élevée. Cependant, nous n'avons pas pu récupérer systématiquement toutes les informations concernant les catégories et les installations finales.
- Nous n'avons pas réalisé d'analyse de la perception des installations par les riverains et les collectivités locales car la délocalisation du traitement des déchets se situent dans des territoires très nombreux.
- Concernant les incertitudes sur les données, elles sont de deux grands registres : l'incertitude liée aux réponses reçues par les entreprises concernant leurs flux de déchets ; l'incertitude liées aux données de la base de données Ecoinvent que nous avons utilisées et qui concernent des installations « types » de traitement et des transports « standards » (détaillé par la suite).

➤ **Sources de données**

Pour réaliser l'empreinte environnementale déchets des villes de Rennes, Le Mans et Marne-La-Vallée, les données utilisées sont celles collectées pour mesurer l'empreinte spatiale. Il s'agit d'une collecte à partir d'enquêtes quantitatives de terrain auprès des collectivités locales et des opérateurs locaux de collecte et de traitement des déchets. Le tableau ci-dessous présente les données collectées avec la source de l'information. Les données collectées auprès des opérateurs concernent donc l'ensemble des déchets du territoire (DM et DAE), alors que les données des rapports d'activités ne se centrent que sur les DMA. On note des différences entre les deux colonnes. Celles-ci peuvent être due à une variation dans la typologie de déchets prise en compte (l'intégration des DAE par exemple), mais surtout au fait que les opérateurs n'aient la plupart du temps accepté de ne transmettre que des estimations grossières et non des données précises. Seule la colonne relative aux données des collectivités est totalement fiable.

Filières	Données collectées auprès des opérateurs (en tonnes)	Données des rapports d'activité des collectivités (en tonnes)	Remarque incertitude
Verre	4772	4773	
Plastiques	250	518	
DEEE	1 137	490	Mélange avec DEEE professionnels
Papier-Carton	6872	7371	
Déchets verts	11 219	8959 11 219	- DMA - Déchets Municipaux
Métaux	2276	1828	déchetteries et issus mâchefers
Déchets de construction	1029	8868	Manque de nombreux prestataires
Textile	70	70	
OM	63 716	56 608	Les déchets des services ont été ajouté
Encombrants	6 356 (déchèterie)	7108 (déchèterie + PAP)	

Tableau n°6. Source des données issues des enquêtes pour le territoire de Le Mans Métropole (2012)

Filières	Données collectées auprès des opérateurs (en tonnes)	Données des rapports d'activité des collectivités (en tonnes)	Remarque incertitude
Verre	10 578	13 328	
Plastiques	1 408	1 554	
DEEE	2779	1 613	Mélange avec DEEE professionnels
Papier-Carton	17 888	19 086	
Déchets verts	27 435	29 454	
Métaux	1893	1 329	
Déchets de construction	12 270	13 409	
Textile	pas de données	pas de données	Filière qui ne transite pas par Rennes métropole et information imprécise du principal opérateur
OM	84 993	84 993	Ne sont pas pris en compte les refus de tri
Encombrants	8 161	8 161	

Tableau n°7. Source de données issues des enquêtes pour le territoire de Rennes Métropole (2012)

Filières	Données collectées auprès des opérateurs (en tonnes)	Données des rapports d'activité des collectivités (en tonnes)	Hypothèses
Verre	5785	5842	
Plastiques	1137	1137	Seulement le 1 ^{er} prestataire
DEEE	pas de données	512	Information imprécise de l'opérateur
Papier-Carton	6 985	7 186	
Métaux	737	726	Manque les derniers centres de recyclage
Déchets de construction	5 645	4 449	
Textile	180	pas de données	
Déchets verts	6428	7 809	
OM	89 306	89 306	Information imprécise sur les REFIOM
Encombrants	pas de données	21 591	Information imprécise de l'opérateur

Tableau n°8. Source de données issues des enquêtes pour le SIETREM (2012)

➤ *Méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux*

Les flux de déchets ont été traduits en impacts environnementaux à l'aide de la base de données Ecoinvent. Pour chaque mode de transport et de traitement, les sources les plus proches à l'intérieur de la base de donnée, ont été recherchées. Les impacts environnementaux sont évalués grâce à la méthode CML (CML 2 baseline 2000 V2.05 / World, 1990)³². Ces facteurs de caractérisation ont été choisis car ils sont relativement neutres et représentent un panel assez large. Les indicateurs choisis représentent un panel relativement équilibré de l'existant, et concernent toutes les échelles spatiales (local, continental, global). Il s'agit de : l'épuisement des ressources non renouvelables, l'augmentation de l'effet de serre, l'acidification, l'eutrophisation, la pollution photochimique, l'écotoxicité aquatique et la toxicité humaine.

Ces indicateurs peuvent être parfois négatifs, car la méthodologie CML considère que certains traitements peuvent engendrer des impacts « évités ». Pour prendre l'exemple du recyclage de papier, cela signifie que ce mode de traitement permet au papier recyclé de réintégrer le cycle de production, et donc de se substituer à une matière vierge. Cet évitement de production de matière vierge est mesuré comme une réduction de l'impact environnemental (et apparaît donc en négatif sur les graphiques). En effet, la mise à disposition de matière de récupération permet d'éviter le recours à des matières premières vierges ou à de l'énergie classique et, par conséquent, elle évite les impacts environnementaux correspondants.

³² Le détail des sources utilisées pour les modes de transport (camion, train, bateau) et les modes de traitement (tri, transit, regroupement, réemploi, démantèlement, broyage, valorisation matière et énergétique, incinération, compostage, méthanisation, recyclage, stockage), selon chaque catégorie de déchets, est exposé dans les livrables intermédiaires du projet MUEED

Indicateur « Abréviation »	Unit	Explication	Spatialisation de l'impact
« Cons R 33 » : Abiotic depletion ou Epuisement des ressources non renouvelables)	kg Sb eq	Il correspond à l'utilisation de ressources dont les stocks se forment pendant des milliers d'années et dont la consommation ne pourra être compensée à l'échelle humaine.	Global
« G E S » : Global warming (GWP100) ou Augmentation de l'effet de serre	kg CO2 eq	Il prend en compte la contribution de l'opération au phénomène naturel de l'effet de serre.	Global
« Acidification » :	kg SO2 eq	L'acidification entraîne la formation de pluies acides parfois à de très grandes distances de la zone d'émission des polluants.	Continental
« Eutrophisation »	kg PO4--- eq	L'eutrophisation correspond à l'enrichissement des milieux aquatiques en matière organique tel que l'azote et le phosphore, qui entraîne la disparition de nombreuses espèces animales et végétales	Continental
« Poll photochimique » : Photochemical oxidation ou Pollution photochimique	kg C2H4 eq	La pollution photochimique, correspondant à la présence d'ozone dans la troposphère, toxique pour la santé humaine, les animaux et les végétaux.	Local
« Ecotox aq » : Fresh water aquatic ecotox. ou Ecotoxicité aquatique	kg 1,4-DB eq	L'écotoxicité met en évidence les effets nocifs des composés chimiques sur les espèces vivantes, la population et le milieu naturel..	Local
« Toxicité H » : Human toxicity ou toxicité humaine	kg 1,4-DB eq	La toxicité de certaines substances pour l'Homme peut être étudiée par le biais de l'émission de substances cancérigène et l'impact des émissions de particules sur les voies respiratoires.	Local

Tableau n°9. facteurs de caractérisation utilisés pour l'étude (méthodologie CML).

4.1.2. Empreinte environnementale globale des déchets par ville d'étude

Les résultats de la méthodologie développée ci-dessus sont donc exposés ici. Ils permettent de visualiser l'impact des modes de transport et de traitement des déchets pour chacune des trois villes étudiées (le travail sera ensuite organisé par filières de déchets). Les figures sont présentées en valeur relative, car l'objectif n'est pas de comparer les indicateurs entre eux, mais bien d'analyser la place de chaque filière de déchets au sein d'une empreinte environnementale mobilisée ici comme globale.

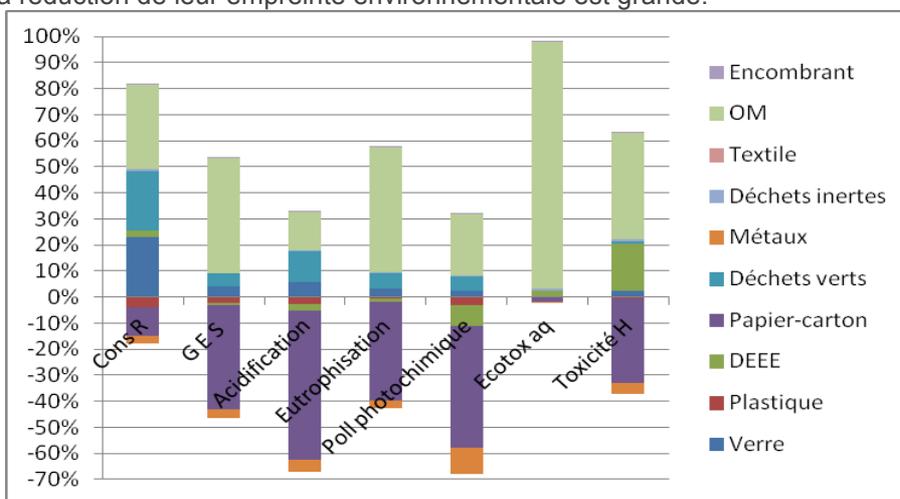
Pour rappel, lorsque les indicateurs sont négatifs, cela signifie que la mise à disposition de matière de récupération permet d'éviter le recours à des matières premières vierges et, par conséquent, diminue les impacts environnementaux correspondants. Le mode de traitement contribue donc à éviter des impacts environnementaux, notamment en recyclant de la matière de récupération qui se substitue à une matière vierge.

³³ Entre guillemets, l'intitulé dans les graphiques ci-dessous.

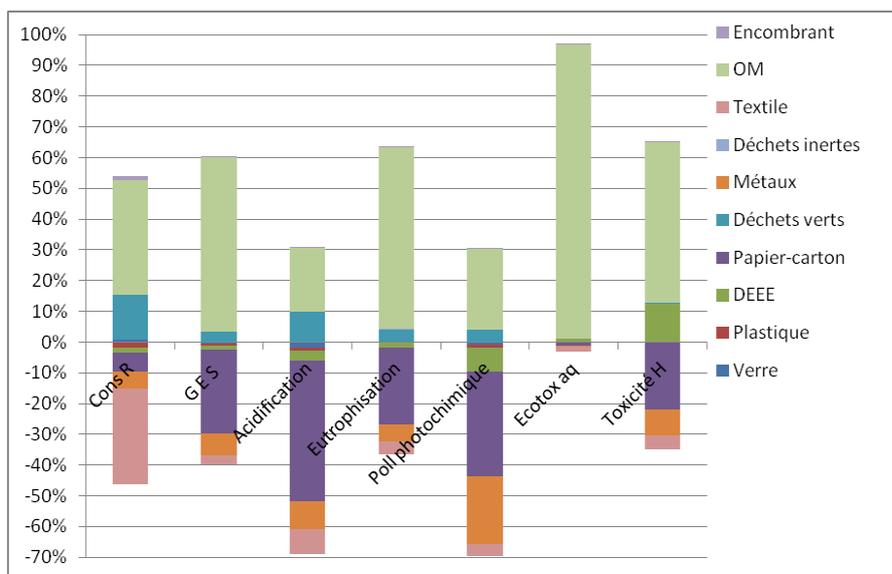
➤ **L’empreinte environnementale de l’ensemble des flux de déchets**

On note dans les graphiques qui suivent une certaine similarité entre les résultats des trois villes. Seuls quelques types de déchets sont présents en proportion différente (tels que les textiles ou les métaux, surreprésentés au Mans par exemple) ; il s’agit là d’un biais induit par la non représentativité des données collectées concernant les DAE (exposé dans le chapitre 3). Au-delà de ça, on remarque que certaines filières permettent largement de diminuer l’impact environnemental (les papiers-cartons, les métaux, les DEEE, les plastiques). Au contraire, d’autres viennent accroître l’impact environnemental (les OM, les déchets verts, le verre, et dans une moindre mesure - puisque non visible sur les graphiques – les encombrants ou les inertes).

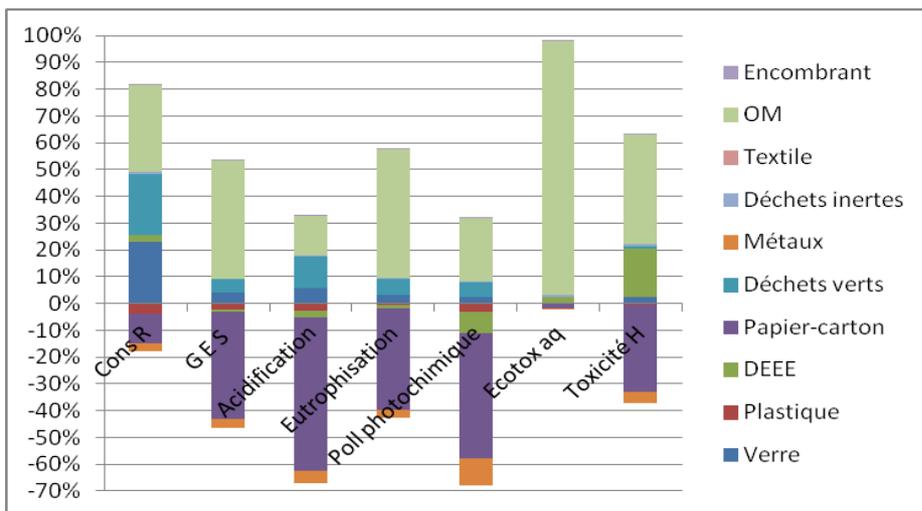
Les trois graphiques montrent alors l’importance de la filière d’incinération des ordures ménagères (OM) dans la contribution totale. Ce résultat est assez cohérent car le tonnage d’OM est le plus important à être traité dans les trois villes, et que la valorisation énergétique reste, sur le plan de la hiérarchie des modes de traitement, jugée moins efficace que la valorisation matière. On trouve donc de bons résultats ici pour les déchets à forte valeur ajoutée faisant l’objet d’une valorisation matière poussée. A l’inverse, les déchets incinérés, enfouis, ou même compostés, ne permettent pas de réduire leur empreinte environnementale. Sans rentrer dans les analyses du chapitre 5, le parallèle est d’ors-et-déjà évident avec les distances parcourues par ces types de déchets observés dans le chapitre 3. Plus les déchets vont loin, plus la réduction de leur empreinte environnementale est grande.



Graphique n°10. Impact environnemental du traitement des déchets du territoire de Rennes Métropole (2012).



Graphique n°11. Impact environnemental du traitement des déchets du territoire du Mans Métropole (2012).



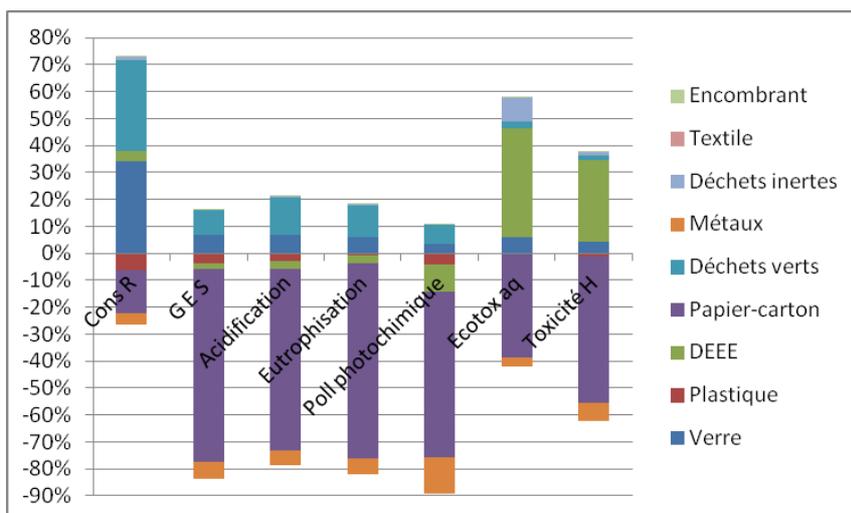
Graphique n°12. Impact environnemental du traitement des déchets du SIETREM (2012).

Concernant les types d'impacts (même si l'objectif n'est pas ici de s'y attarder), il est important de noter que pour les indicateurs d'acidification et de pollution photochimique, les figures montrent des impacts évités par le traitement des déchets urbains. Ce résultat est majoritairement imputable au recyclage du papier et carton (sous la barre de 0%). Pour les indicateurs d'augmentation d'effet de serre, d'eutrophisation et de toxicité humaine, l'impact des filières de traitement est modéré car leurs contributions sont presque équilibrées.

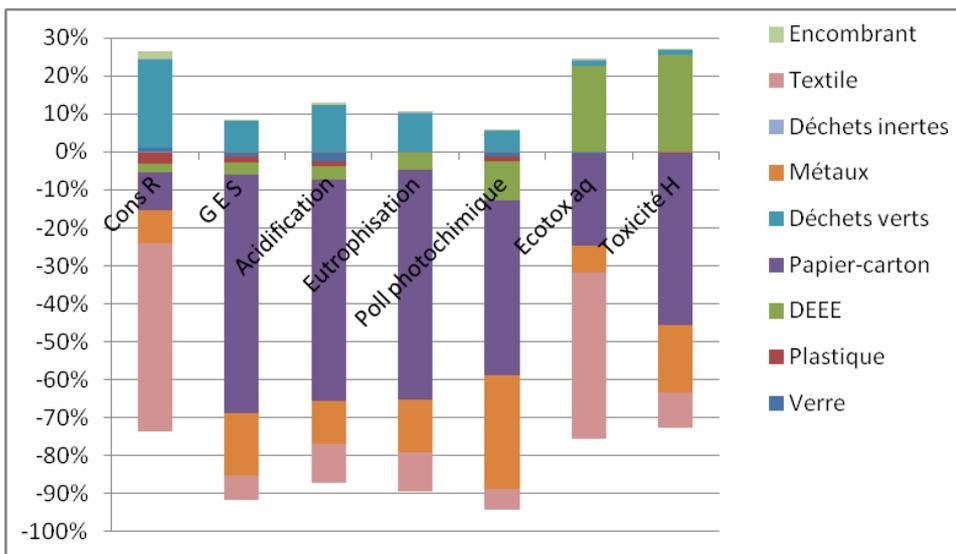
➤ **Extraire les OM pour plus de visibilité sur les autres flux**

Pour une lecture plus facile des résultats, les OM ont été extraites des données. Cette lecture permet de comprendre plus finement la contribution des autres filières.

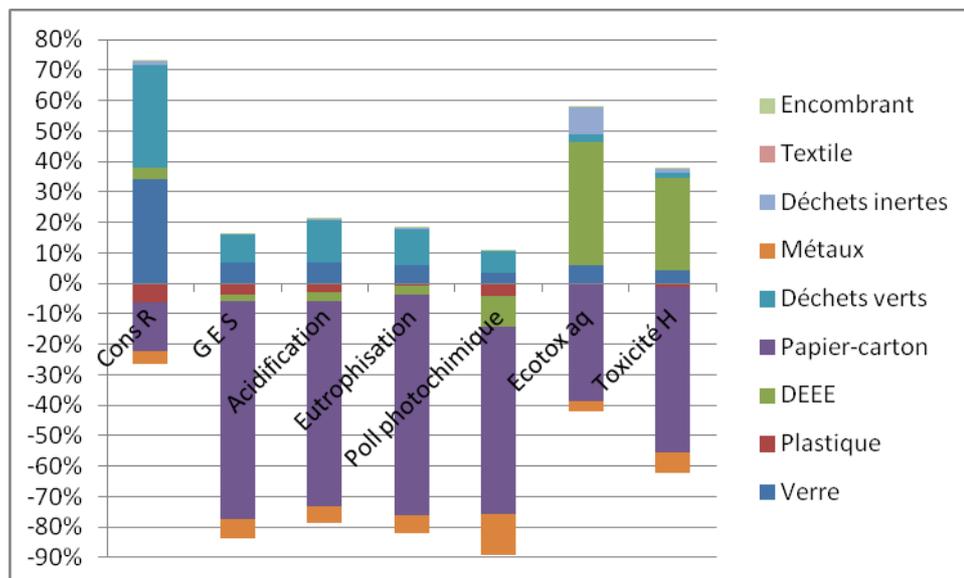
En faisant disparaître les OM des graphiques, on voit s'exacerber les logiques précédemment évoquées. La contribution de la filière papier-carton est la plus importante pour tous les indicateurs sauf celui de la consommation des ressources. Pour cette dernière, les filières déchets verts et verre participent plus amplement avec une augmentation importante des impacts environnementaux. Les métaux, de par leur recyclage, contribuent également beaucoup aux impacts évités par les filières de traitement. En effet, la substitution de métaux vierges par des matériaux de récupération ferreux ou non ferreux est prépondérante dans les analyses de cycle de vie. Les DEEE ont une position assez surprenante, car malgré le recyclage important de cette catégorie, le volume reste faible pour réellement peser sur le bilan global. Il reste cependant que cette filière ne parvient pas à faire diminuer ses impacts environnementaux (et les accroît même de façon significative) si on se réfère aux indicateurs d'écotoxicité aquatique et de toxicité humaine.



Graphique n°13. Impact environnemental du traitement des déchets sans les OM du territoire de Rennes Métropole (2012).



Graphique n°14. Impact environnemental du traitement des déchets sans les OM du territoire du Mans Métropole (2012).



Graphique n°15. Impact environnemental du traitement des déchets sans les OM du territoire du SIETREM (2012).

Une nouvelle fois, ces résultats sont à prendre avec précaution car il existe deux biais majeurs. D'une part le fait qu'il s'appuie sur des données collectées largement incomplètes. D'autre part sur l'utilisation des données de la base Ecoinvent, qui donne une évaluation des impacts environnementaux d'installations types de traitement. Un écueil important est à éviter à la lecture des graphiques : il concerne la spatialisation des impacts. Nous avons désigné ci-avant les indicateurs selon la spatialisation géographique des impacts (local, continental, global). Or, nous ne croisons pas les lieux de traitement et l'espace géographique des impacts. Ainsi, l'indicateur local de toxicité humaine permet d'éviter des impacts négatifs, mais on ne peut conclure que cet évitement a lieu sur les villes d'études, car le papier n'est pas recyclé localement. Pour avoir une lecture plus précise des espaces de bénéfice des impacts évités ou au contraire des espaces des impacts engendrés, il faut effectuer le croisement des espaces de traitement et des empreintes environnementales.

4.1.3. Désagrégation de l'empreinte environnementale par filière

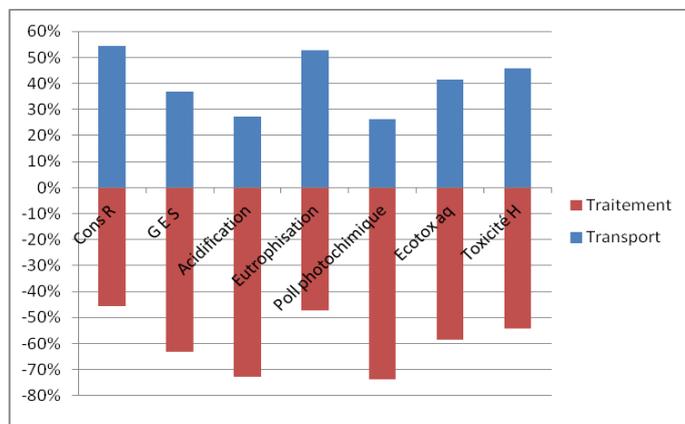
La section précédente a mis en avant les différences entre les types de déchets. Celle qui suit décompose cette typologie en fonction de deux critères : l'impact du transport et celui du traitement. L'empreinte environnementale

précédente est la moyenne entre ces deux impacts. Afin d'analyser la pertinence de réfléchir au principe de proximité, c'est justement ce ratio entre l'impact du transport et celui du traitement qui est important. L'objectif est de comparer les contributions des modes de transport (camion, fret, bateau) et des modes de traitement (tri, regroupement, transit, broyage, valorisation matière et énergétique, compostage, méthanisation, etc.) pour les filières spécifiques.

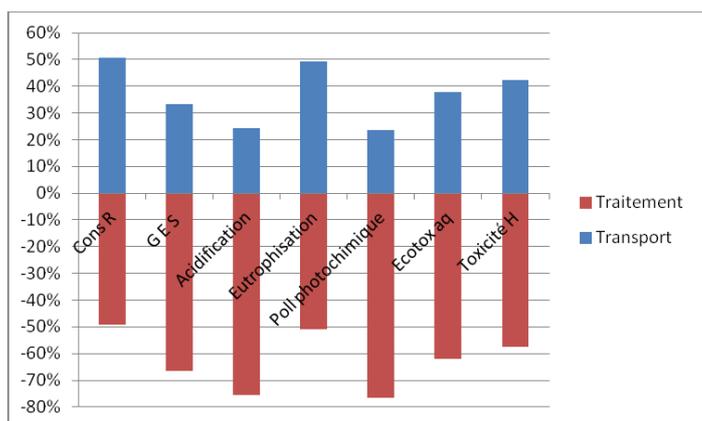
➤ La filière des déchets de verre

Pour la filière des déchets de verre, les modes de transport sont les mêmes pour les 3 villes (camion entre 16 et 32 tonnes), ainsi que les modes de traitement (tri, broyage et recyclage). D'ailleurs, les installations sont souvent les mêmes car il existe peu d'industries verrières en France. Les seules différences notables sont donc l'éloignement des villes d'études avec les installations.

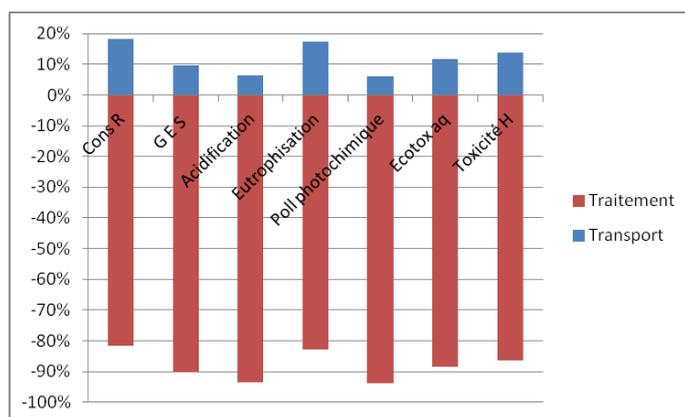
Une première observation des ces trois graphiques montre des résultats disparates, car parfois la contribution du traitement engendre plus d'impacts que ceux évités par le recyclage du verre. Cela s'explique assez simplement par l'éloignement des villes aux industries verrières, et notamment les apports de verre par des camions traversant la France sur la route comme mode de transport.



Graphique n°17. Impacts environnementaux des déchets de verre du Mans métropole (2012)



Graphique n°16. Impacts environnementaux des déchets de verre de Rennes métropole (2012).



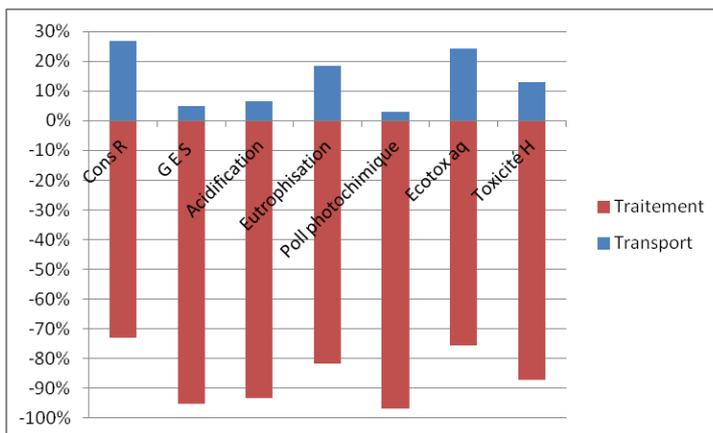
Graphique n°18. Impacts environnementaux des déchets de verre du SIETREM (2012).

Ainsi, le SIETREM bénéficie d'une installation très proche (moins d'une centaine de kilomètres), alors que Le Mans et Rennes sont très éloignés (environ 2000 km parcourus en cumulant toutes les distances aux installations). Si Rennes transporte plus de déchets de verre par camion, le volume de ces derniers est également plus important à être recyclé, ce qui explique des impacts engendrés moindres que Le Mans pour le traitement du verre.

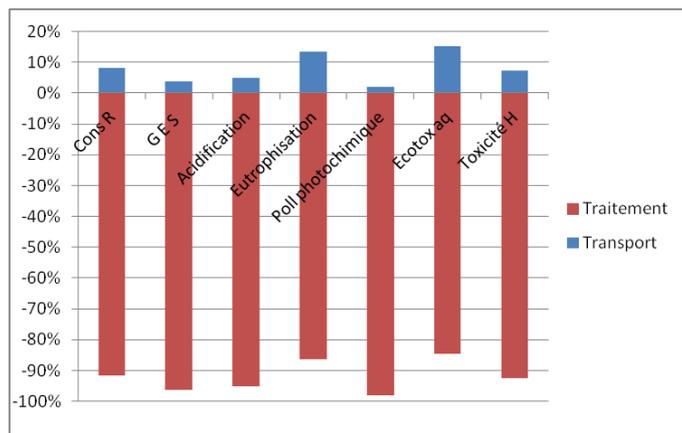
➤ La filière des déchets plastiques

Pour la filière des déchets plastiques, les résultats du SIETREM n'ont pas pu être intégrés car les données n'étaient pas disponibles au-delà du premier prestataire de regroupement. Nous ne connaissons pas les installations de recyclage, ni les distances parcourus pour les atteindre.

Les modes de transport sont alors différents pour Le Mans et Rennes (respectivement camion et fret) mais les modes de traitement (tri et recyclage) sont identiques. Les installations sont souvent les mêmes car les deux villes travaillent avec Eco-emballages et les usines de recyclage associées. Il est à noter qu'il réside une incertitude sur cette filière quant aux réelles dernières installations de traitement. En effet, nous n'avons pas systématiquement à disposition les lieux et les entreprises destinataires des matières recyclées.



Graphique n°19. Impacts environnementaux des déchets de plastiques de Rennes Métropole (2012).



Graphique n°20. Impacts environnementaux des déchets de plastiques du Mans Métropole (2012).

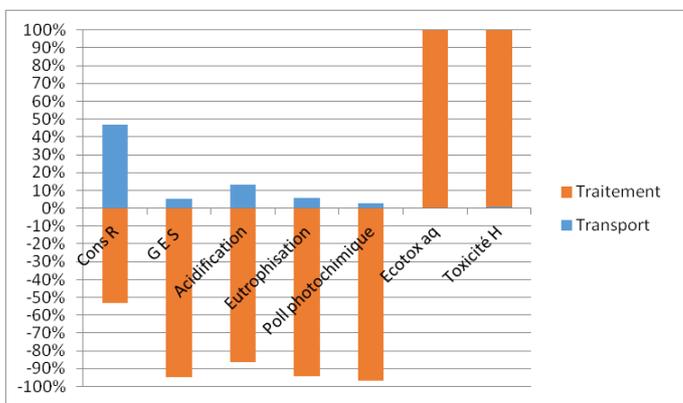
Pour les deux cas, les bénéfices engendrés par le recyclage des plastiques compensent largement les impacts du transport. Si les déchets plastiques ménagers restent recyclés sur le territoire national, il semble que les déchets plastiques professionnels soient plus facilement exportés. Ces derniers sont envoyés massivement en Chine notamment.

➤ **La filière DEEE**

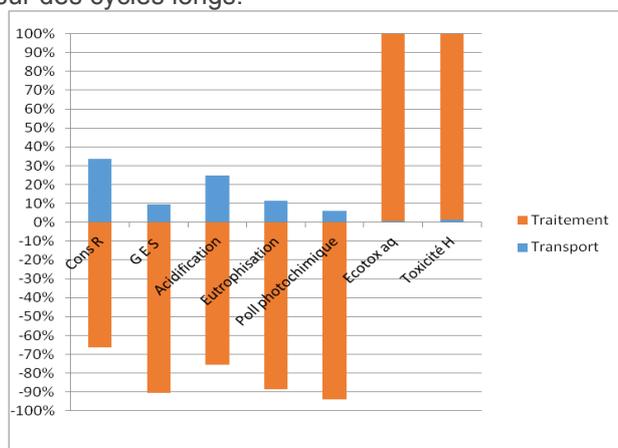
Pour la filière des DEEE, les résultats du SIETREM n'ont pas pu être intégrés par absence totale de données collectées auprès des opérateurs.

Les modes de transport sont identiques pour Le Mans et Rennes (camion et bateau pour les métaux ferreux et non ferreux). Les modes de traitement (tri, broyage, recyclage des métaux, traitement des déchets électroniques, incinération de déchets résiduels) sont effectués par les mêmes entreprises (parfois des antennes locales, mais également les mêmes centres de traitement).

Il est difficile d'aller jusqu'au bout de la filière, car il y a de très nombreuses ramifications entre les installations de traitement. Ainsi, l'entreprise qui collecte travaille en général avec quatre autres entreprises, correspondant aux quatre grands flux de DEEE (les gros électroménagers froids - GEM F, hors froid - GEM HF, les petits appareils en mélange - PAM, et les écrans). Puis, les installations spécifiques de traitement ont chacune entre trois et dix exutoires selon les matières traitées (métaux ferreux et non ferreux, mousses polyuréthanes, plastiques, déchets banals, transformateurs, résidus de broyage, fraction minérale, tubes cathodiques, cartes électroniques, circuits imprimés, déviateurs, bois, condensateurs, piles et batteries, fluides frigorigènes). La particularité de la filière DEEE vient du fait qu'il ne s'agisse pas d'une filière « matériaux », comme les autres, mais d'une filière « produit ». Enfin, certaines entreprises sont spécialisées dans le réemploi, la réparation et la réutilisation. Nous avons d'ailleurs affecté un facteur de recyclage à ces dernières, alors que l'on pourrait considérer qu'elles pourraient prétendre à davantage. En effet, réemployer et réparer sont plus bénéfique pour l'environnement que recycler sur des cycles longs.



Graphique n°21. Impacts environnementaux des DEEE de Rennes Métropole (2012).



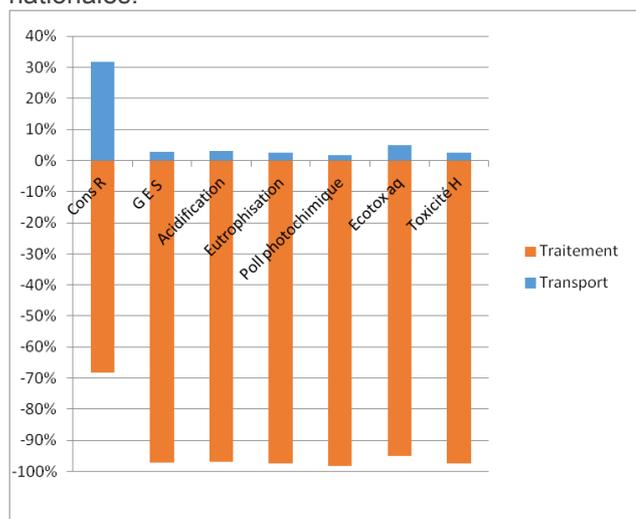
Graphique n°22. Impacts environnementaux des DEEE du Mans Métropole (2012).

Pour les deux villes représentées, les externalités négatives et aménités engendrées par le traitement des DEEE surclassent les impacts du transport. Si les impacts du traitement sont parfois positifs et négatifs, ils sont toujours plus importants que ceux du transport. Seuls les indicateurs d'écotoxicité aquatique et de toxicité humaine montrent une accentuation de l'impact environnemental des DEEE.

Les DEEE sont collectés au plus près des aires urbaines, mais sont rapidement démantelés et dispersés dans des installations spécifiques de broyage et traitement à plusieurs centaines de kilomètres. Une fois que les quatre grands flux sont massifiés et regroupés, il y a moins de contraintes économiques à les transporter sur de longues distances vers des centres spécialisés. Ces derniers expédient encore plus loin, par bateaux, des matières à haute valeur ajoutée comme les métaux non ferreux.

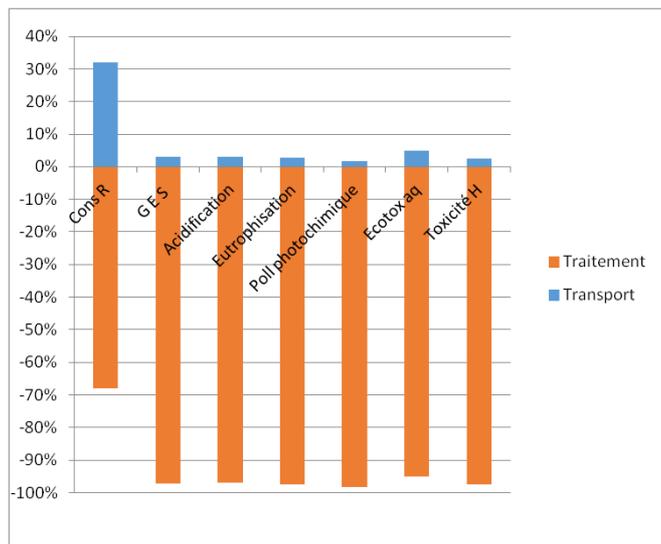
➤ **La filière des déchets papier-carton**

Pour la filière des déchets papier-carton, les modes de transport sont très hétérogènes, puisqu'ils mobilisent à la fois transport par camion, par fret et par bateau. En effet, de nombreuses installations de recyclage ont été recensés, et même si elles ont des spécificités propres (notamment par rapport aux nombreuses catégories de papiers et cartons), ce sont toutes des papeteries. Ces fabricants de papier et carton, qui introduisent de la matière de récupération, sont situés dans le Nord, l'Ouest et l'Est français, mais également en Espagne, en Allemagne et en Chine. Il est à noter que les installations espagnoles traitent une grande part de ce qui est exportée hors des frontières nationales.

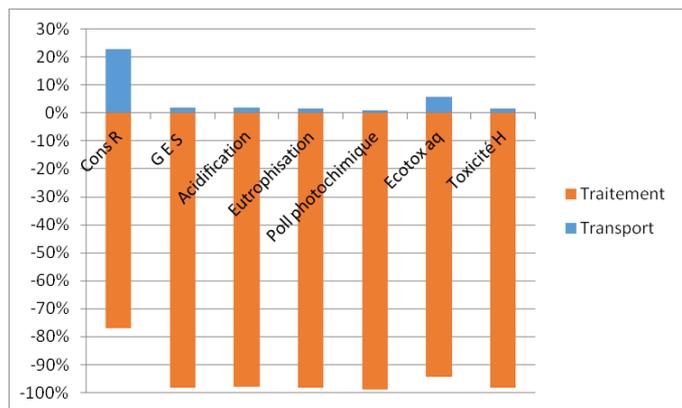


Graphique n°23. Impacts environnementaux des déchets papier-carton de Rennes Métropole (2012).

Comme les types de traitement sont les mêmes pour les trois villes (tri en mélange et recyclage), les résultats sont presque identiques. Les modalités de transports ne modifient pas ces résultats car ils sont hétérogènes et aucune ville ne recycle localement.



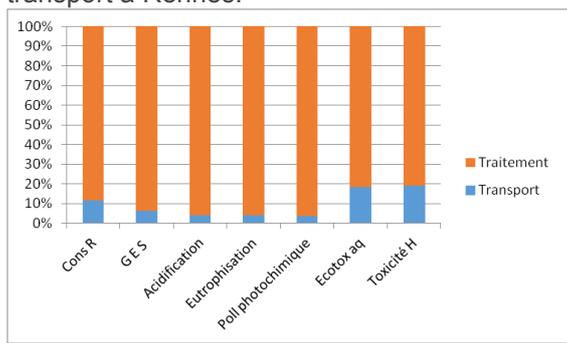
Graphique n°24. Impacts environnementaux des déchets papier-carton du Mans Métropole (2012).



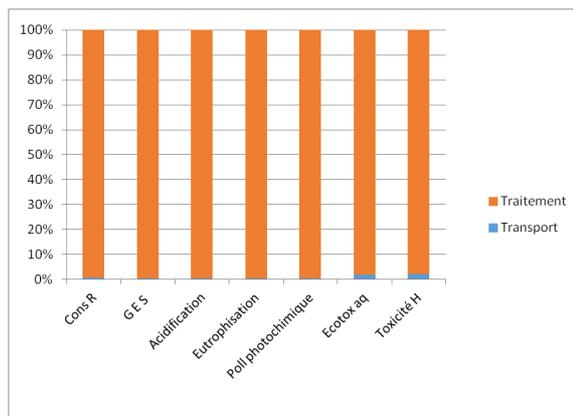
Graphique n°25. Impacts environnementaux des déchets de papier-carton du SIETREM (2012).

➤ **La filière des déchets verts**

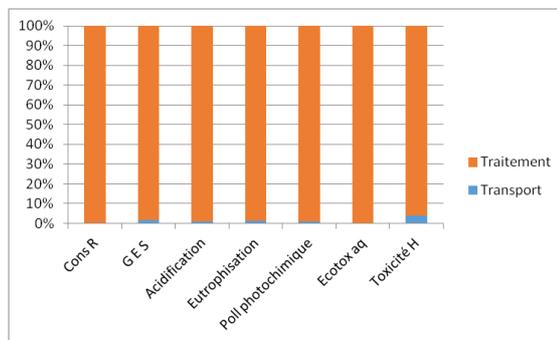
Pour la filière des déchets verts, le mode de traitement est identique (compostage), ainsi que le mode de transport (camion). Le traitement, quoique permettant une valorisation agronomique des déchets, a, sur chaque indicateur et sur chaque territoire, un impact environnemental important. Il vient accroître l'impact environnemental global de la filière. Le transport a alors un impact très faible, notamment puisque les trois villes possèdent des plateformes de compostage sur leur territoire. On remarque simplement un impact un peu plus important du transport à Rennes.



Graphique n°26. Impacts environnementaux des déchets verts de Rennes Métropole (2012).



Graphique n°27. Impacts environnementaux des déchets verts du Mans Métropole (2012).

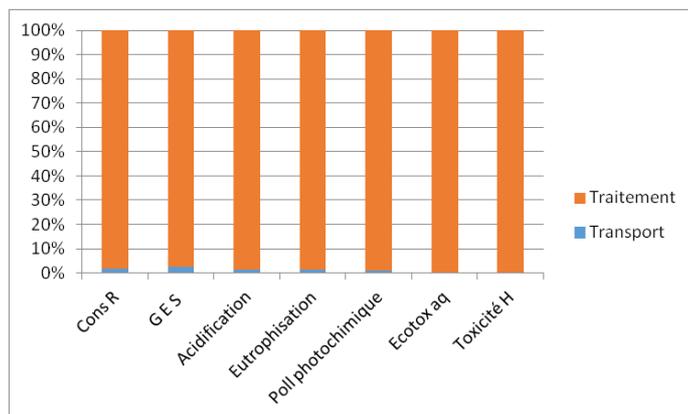


Graphique n°28. Impacts environnementaux des déchets verts du SIETREM (2012).

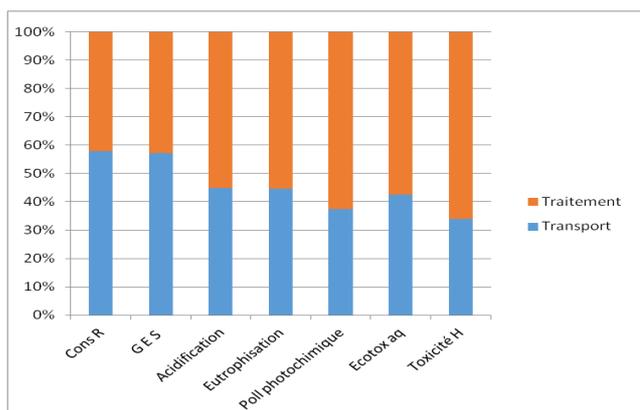
➤ **La filière des déchets de la construction**

Les modes de transport sont identiques pour les trois villes (camion). Les modes de traitement sont par contre un peu différents. Au Mans, il s'agit d'une installation de stockage de déchets inertes (ISDI). A Rennes, sont représentés une ISDI, mais également une installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) pour certains types de déchets, présents en petite quantité et entrant dans ce cadre. A Marne-La-Vallée, il existe, en plus des centres de stockage, une installation de recyclage, essentiellement pour des déchets professionnels. N'ayant pas d'informations quantitatives sur les flux entrants dans cette installation, elle n'a pas pu être prise en compte dans les calculs.

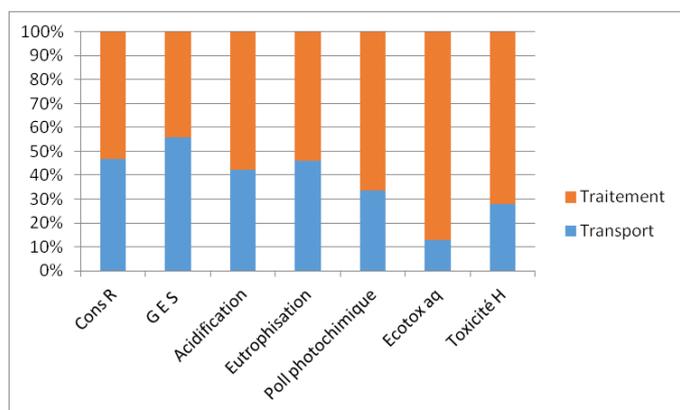
Les résultats sont à peu près identiques pour Le Mans et le SIETREM, car les installations de stockage sont assez éloignées, à plus d'une vingtaine de kilomètres. Le transport contribue alors très vite à une augmentation de l'impact environnemental sur ce genre de déchets pondéreux. Rennes bénéficie de deux installations de stockage à moins de dix kilomètres, ce qui lui permet de diminuer largement l'impact du transport.



Graphique n°29. Impacts environnementaux des déchets de la construction de Rennes Métropole (2012).



Graphique n°30. Impacts environnementaux des déchets de la construction du Mans Métropole (2012).

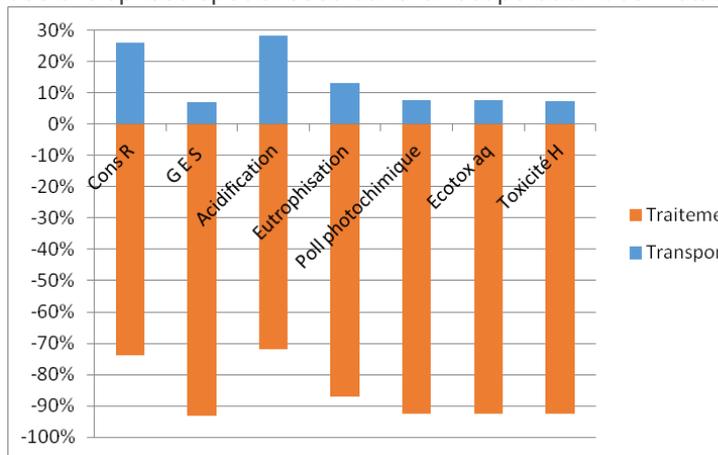


Graphique n°31. Impacts environnementaux des déchets de la construction du SIETREM (2012).

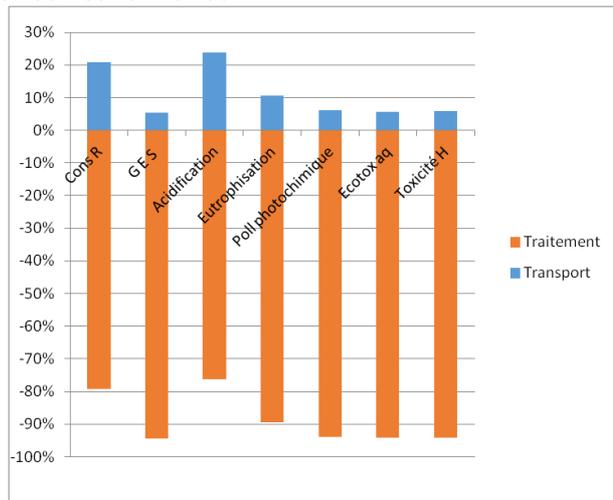
➤ **La filière des déchets de métaux (ferreux et non ferreux)**

Pour la filière des déchets de métaux, les résultats du SIETREM ne sont pas intégrés car ils n'offrent pas d'information de la part des premiers opérateurs de tri et broyage. Nous ne disposons des données concernant les installations finales de recyclage, ni les distances parcourus pour les atteindre.

Les modes de transport sont identiques pour Le Mans et Rennes (camion jusqu'au centre de tri et broyage, et bateau pour le recyclage en fonderie et aciérie). Les modes de traitement (tri, broyage, recyclage) sont effectués par des entreprises spécialisées dans la récupération des métaux ferreux et non ferreux.



Graphique n°32. Impacts environnementaux des déchets de métaux de Rennes Métropole (2012).



Graphique n°33. Impacts environnementaux des déchets de métaux du Mans Métropole (2012).

Les résultats sont à peu près identiques pour Le Mans et Rennes, car les installations de tri et broyage sont proches de la ville, mais les installations de fonderie et d'aciérie sont en Italie, en Turquie, en Espagne, en Chine et en Inde. Pour cette filière, le transport contribue peu, alors que la quasi-totalité des déchets de métaux traverse la moitié globe par bateau. Les bénéfices liés au traitement (le recyclage) sont en effet ici bien supérieurs.

4.2. Approfondir l’empreinte environnementale : Les difficultés méthodologiques à une échelle aussi large

La première partie de ce chapitre souligne le manque de lisibilité des approches d’évaluation environnementale agrégative telle que l’empreinte écologique et le bilan carbone face à une potentielle mobilisation de ces outils par l’action publique. Cette deuxième partie de chapitre cherche donc à explorer la façon dont on peut mesurer l’ensemble des impacts environnementaux d’une filière complète de gestion des déchets.

Cette partie présentera dans un premier temps les objectifs espérés d’une approche approfondie de l’empreinte environnementale. Ensuite, les éléments de méthodes seront présentés notamment en termes de collecte de données, de traitement des imprécisions des données et des éléments de calculs pour les indicateurs environnementaux. Enfin les premiers résultats portant sur la faisabilité de cette approche seront présentés.

4.2.1. Objectifs et méthode

➤ Objectifs de l’approche détaillée

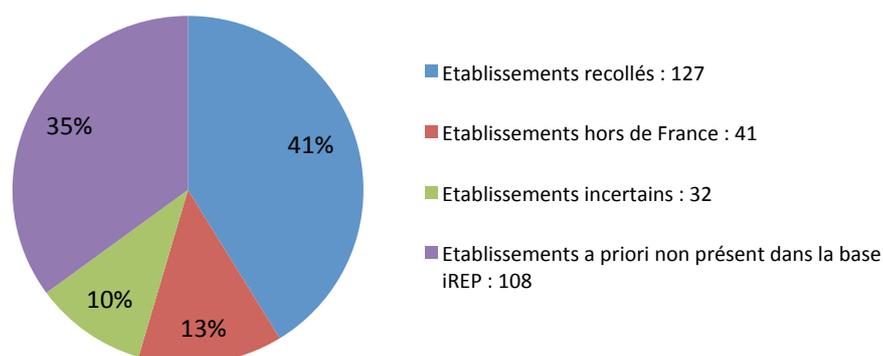
L’objectif général de cette partie est de déterminer la faisabilité, à l’échelle d’un regroupement intercommunal, de réaliser une évaluation environnementale de la gestion des déchets suivant un ensemble d’indicateurs environnementaux. Les objectifs spécifiques sont :

- Déterminer un ensemble d’indicateurs environnementaux. Il s’agit de choisir les thématiques et de choisir les modèles d’évaluation ;
- Identifier les sources de données disponibles pour réaliser les calculs pour chaque indicateur ;
- Assurer le recollement et le traitement des imprécisions sur les bases de données ;
- Identifier les freins et leviers lors de la collecte de données sur les flux pour réaliser les calculs.

➤ Réduction de l’imprécision et recollement des bases de données

La démarche mise en œuvre a permis d’optimiser la recherche et de réduire le temps consacré au recollement entre les deux bases de données, celle du projet MUEED (cf. chapitre 3) et celle de l’iREP (Registre Français des Emissions Polluantes). Cette dernière, gérée par le ministère de l’Ecologie, met à disposition du public l’ensemble des émissions de polluants des Installations Classées pour la Protection de l’Environnement (ICPE) soumises à autorisation, selon un principe d’auto-déclaration de ces entreprises. La réduction d’une partie de l’incomplétude a permis de maximiser le recollement et d’atteindre ces résultats. L’imprécision était notamment due à un renseignement imparfait des établissements dans la base de données iREP ou à un défaut d’informations précises sur l’établissement.

Nombre d’établissements recherchés par le projet MUEED : 308



Graphique n°34. Résultats du recollement entre la base de données du projet et la base de données iREP.

A partir de la base de données MUEED, comptant initialement 467 nœuds (cf. chapitre 1.3.), seuls 308 de ces nœuds étaient identifiés dans des transferts de déchets identifiables. Le recollement n’a été effectué que pour ces nœuds considérés comme « utiles ». Au final, l’analyse des 308 établissements utiles de la base de données du projet MUEED montre que le recollement avec la base iREP n’a été possible que pour environ 41 % des nœuds. Ces nœuds ont pu être identifiés dans la base de données de l’iREP avec un degré satisfaisant de certitude. En effet, pour aboutir au recollement il aura été nécessaire de satisfaire la chaîne logique de recollement. Environ 13 % des nœuds sont

situés à l'étranger et n'ont pas fait l'objet de traitement. Un certain nombre de nœuds (autour de 10 %) ont des données trop imprécises et n'ont pas pu être identifiés avec un degré satisfaisant dans la base iREP. C'est souvent le cas de nœuds identifiés comme étant des zones d'activités ou des zones industrielles. Enfin, 35 % des nœuds n'ont pu être recollés et aucune information ne permet a priori d'engager un traitement des imprécisions. Il peut s'agir d'établissement n'étant pas soumis à déclaration de leurs rejets. Il peut également s'agir d'erreur de localisation dans la base de données du projet.

4.2.2. Résultats

➤ *Résultats portant sur la superficie des installations.*

Sur les 202 nœuds exploitables, il a été possible d'identifier la superficie de 130 nœuds. Parmi les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), les arrêtés préfectoraux ont résolu directement 76 nœuds et indirectement 15 nœuds par calcul des surfaces sur l'outil en ligne du cadastre. Les bases de données BASOL³⁴ et BASIAS³⁵ ont également permis de résoudre 11 nœuds supplémentaires. Enfin les plans locaux d'urbanisme ou les sites institutionnels des établissements ont respectivement permis de déterminer la superficie de 15 et 10 établissements. Enfin, 3 ont été résolus à partir des sites internet des communes et d'agences économiques ou du territoire des établissements. Il est donc possible d'avoir une analyse de l'impact environnementale relative à l'emprise au sol pour l'ensemble de ces 130 installations.

➤ *Résultats sur les émissions de polluants et consommation de ressources*

Après l'étape de recollement, les paramètres d'intérêt ont été recherchés dans la base de données iREP afin d'envisager les calculs d'émissions de polluants et de consommation de ressource pour l'année de référence retenue (2012) et pour d'autres années. Sur les 121 établissements recollés, très peu présentent des données toutes années confondues. Pour certains paramètres comme les poussières et l'azote dans l'eau, aucune donnée n'est enregistrée pour 2012. Les deux paramètres les mieux renseignés sont la consommation en eau et les gaz à effet de serre. Pourtant les établissements n'ayant pas de données renseignées sont souvent soumis à des limites d'émission par des arrêtés préfectoraux. Deux explications probables peuvent être émises. La première porte sur la difficulté pour les exploitants à calculer, mesurer ou estimer les émissions ou les consommations de ressources. La seconde repose sur des valeurs de paramètres en dessous des seuils des arrêtés qui conduiraient les exploitants à ne pas déclarer. Il est également possible d'envisager un défaut dans la gestion de la base.

Thématiques environnementales	Paramètre	Nombre d'établissements renseignés sources IREP (dont 2012)	Etablissements disposant en plus d'un arrêté préfectoral sur le paramètre
Pollution de l'air	Dioxyde d'azote	24 (13)	28
	Poussières	0	68
	Dioxyde de soufre	15 (7)	37
	Composés volatiles	7 (4)	33
	Monoxyde de carbone	17 (1)	20
Pollution de l'eau	DCO	23 (16)	98
	Azote	4 (0)	45
	Phosphore	8 (1)	38
	Hydrocarbures	16 (8)	95
Pollution des sols	Dioxines & furanes	5 (2)	12
Ressource	Consommation en eau	45 (39)	50
Réchauffement climatique	Gaz à effet de serre	43 (37)	0

Tableau n°10. Résultats de la requête sur les émissions des établissements de la base de données iREP concernés par le projet MUEDD.

³⁴ Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.

³⁵ Base de données d'Anciens Sites Industriels et Activités de Service.

➤ **Résultats portant sur les recherches de quantité de déchets traités par établissement.**

Afin de relativiser chaque émission ou consommation de ressource par filière et par territoire, il est nécessaire de déterminer la quantité totale de déchets traitée dans chaque établissement. La base de données iREP possède une table portant sur ces quantités, parfois avec des enregistrements par type de déchets. Il apparaît que ces quantités sont incertaines. Par exemple, lorsque les flux totaux ou par filière de déchets traités par l'UTRU de Saint Thibault des Vignes (territoire du SIETREM) sont comparés aux quantités déclarées comme traitées à l'échelle de l'établissement, les premières sont systématiquement inférieures à celle connues pour le seul territoire du SIETREM. La valeur totale déclarée admise sur l'établissement s'élève à environ 60 446 tonnes alors que la quantité provenant du territoire du SIETREM pour ce même établissement est d'environ 90 253 tonnes pour l'année 2012 (SIETREM, 2013).

➤ **Résultats sur les déplacements**

Les Directives et facteurs agrégés d'émission des véhicules routiers en France de 1970 à 2025 (Hugrel et Joumart, 2006) permettent d'estimer les émissions de plusieurs facteurs d'impacts d'intérêt pour le projet. Il s'agit du dioxyde de soufre, des hydrocarbures, du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote, des particules, du dioxyde de carbone (gaz à effet de serre) et de la consommation de carburant.

Les facteurs d'émissions sont :

- La catégorie du véhicule : poids lourd affecté au transport de marchandises entre 3,5 et 7,5 tonnes ; entre 7,5 et 16 tonnes ; entre 16 et 32 tonnes et plus de 32 tonnes.
- L'année de mise en circulation : de 1975 à 2025, avec un pas de 5 ans.
- Le type de circulation : urbaine, route, autoroute, mixte.

Les différentes enquêtes ont permis de recenser 560 transferts sur les trois territoires. Néanmoins, seuls 106 transferts ont un flux de déchets quantifié et sont donc considérés utiles aux calculs. La base de données du projet permet de renseigner le type de transport utilisé pour effectuer le transfert de déchets. Plusieurs catégories de poids lourds ont été prévues ainsi que le transport fluvial, maritime et ferroviaire.

Parmi les transferts « utiles », seuls 9 ont une catégorie de poids lourds clairement identifiée (compris entre 3,5 et 7,5 tonnes). Deux transferts maritimes de déchets ferreux et non ferreux sont recensés. Le reste des transferts est généralement identifié comme étant effectué par voie routière mais sans précision sur la catégorie du poids lourds, soit non identifiée.

➤ **Discussion**

Il ressort de l'analyse des résultats un niveau d'imprécisions élevé voir très élevé pour certaines données. En ce qui concerne les nœuds, le recollement avec la base de données de l'iREP est considéré comme faisable. Un renseignement plus précis dans la base MUEED aurait sans doute permis d'améliorer le taux de recollement notamment lorsqu'il s'agit des adresses dans des zones d'activités ou industriel. En revanche, la base de données iREP est très lacunaire. Plusieurs explications probables ont déjà été avancées dans le cadre des résultats pour tenter d'expliquer ce fait. De plus, sur les 16 007 établissements enregistrés dans la base iREP, 1 798 enregistrements ne sont pas exploitables dans le fichier d'origine ; les champs renseignés commencent à l'adresse. Ces enregistrements n'ont ni identifiant, ni nom et ni numéro de SIRET. Ce constat laisse penser qu'il y a eu des erreurs lors de la construction du fichier à partir des enregistrements individuels. Ainsi, parmi les données disponibles aucune filière complète n'a pu être identifiée. De plus, par manque d'information sur les quantités de déchets traités par chaque établissement, aucune relativisation n'est envisageable.

Il ressort également sur les transferts, que les estimations de l'INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité) en ce qui concerne les émissions et les consommations de certains facteurs d'impacts, sont potentiellement utilisables. Néanmoins le niveau d'information de la base de données MUEED est insuffisant pour permettre des calculs d'émissions ou de consommation pour les transferts identifiés et pour lesquels la quantification a été effectuée.

Pour conclure, la descente à une échelle intercommunale de cette méthode directement inspirée des travaux de l'ORDIF à l'échelle régionale n'est pas satisfaisante. En recherchant des données quantitatives déclaratives, a priori plus proches de la réalité territoriale, la méthode est confrontée à l'incomplétude des données.

5. UNE PERCEPTION COMPLEXE DE LA SPATIALISATION DES FLUX

Cette dernière partie du rapport vise à analyser la posture des différents acteurs des déchets concernant la dimension spatiale de leur gestion. Elle s'appuie sur 52 entretiens semi-directif³⁶. Cette méthodologie répond aux objectifs d'appréhender la perception des acteurs du déchet (gestionnaires des collectivités locales, prestataires de services, éco-organismes, économie sociale et solidaire, recycleurs, etc.) par rapport à la dimension territoriale de leur gestion et à l'évaluation de leur empreinte spatio-environnementale. Chaque acteur pourra ainsi exprimer sa vision de l'application du principe de proximité dans la gestion des déchets, de sa pertinence, de son application et de son évolution à venir, notamment dans le cadre des réformes territoriales (influençant la planification des déchets) et de l'entrée en jeu d'acteurs nouveaux (dans le sens de leur implication dans les processus de planification territoriale) tels que les éco-organismes.

Pour cela, ce chapitre se divise en deux parties. Une première partie cherchera à analyser les différences exprimées à l'échelle de chaque filière déchets ou matière. Cette partie s'appuiera à la fois sur les résultats de ces entretiens, mais également sur les données spatiales et quantitatives détaillées dans les parties précédentes. Afin d'analyser ces entretiens dans un esprit de synthèse, les différentes filières ont été regroupées en fonction de grandes typologies ayant les mêmes caractéristiques de fonctionnement spatiale. La deuxième partie fera une analyse plus poussée des différents comportements d'acteurs et des logiques de réaction face à ces dynamiques spatiales. Il sera ainsi possible d'analyser les flux de déchets en terme de registres de proximité, de politiques publiques, de pratiques des entreprises ou d'évolutions possibles afin d'aller vers une économie circulaire intégrant une certaine idée de la proximité.

5.1. Critères spatiaux de gestion des filières

La première partie de ce chapitre vise à discuter des grandes catégories de déchets, au sein desquelles les logiques spatiales sont similaires et comparables. L'objectif est d'avoir la vision des mouvements de déchets, de la part des acteurs impliqués dans leur gestion. Ces résultats s'appuient donc essentiellement sur les entretiens réalisés sur les trois territoires d'étude. Afin d'analyser ces entretiens dans un esprit de synthèse, les différentes filières ont été regroupées en fonction de grandes typologies ayant les mêmes caractéristiques de fonctionnement spatiale. Certaines catégories se caractérisent ainsi par une gestion dans une grande proximité, alors que d'autre doivent envoyer leurs déchets beaucoup plus loin pour être traités. La construction de ces catégories a été réalisée en fonction des entretiens, ainsi qu'en fonction des résultats quantitatifs de flux de déchets détaillés dans le chapitre 3.

5.1.1. Les déchets à forte valeur ajoutée : un marché mondial

Les déchets à forte valeur ajoutée sont des déchets dont la valeur marchande implique une concurrence mondiale pour leur détention. Ils voyagent donc beaucoup avant d'être recyclés et réutilisés comme matières de récupération. Ce sont les métaux ferreux et non ferreux, certains plastiques spécifiques, les papiers et cartons. Ils s'inscrivent dans le marché mondial des matières premières de récupération, très dépendant du cours des matières vierges et des besoins industriels des pays. Lorsque l'on interroge les opérateurs de recyclage, plusieurs facteurs sont recensés comme étant prépondérant dans les trajectoires spatiales de ces déchets. En amont, il faut être proche des repreneurs et disposer d'une zone de chalandise suffisamment grande. En aval, le coût de rachat est le seul critère structurant.

➤ *La priorité au coût du rachat des matières*

Lorsque l'on interroge les opérateurs de recyclage de déchets à forte valeur ajoutée sur les facteurs qui influencent leur destination, les réponses convergent vers la problématique des économies d'échelle et de massification. L'objectif premier est chaque fois de constituer des gisements les plus importants possibles, afin de pouvoir aller vers la technologie de recyclage la plus poussée et en tirer un profit majeur : « Le principal critère dans le choix d'un repreneur est la viabilité économique, rien de plus. » (Responsable de centre de tri, 2014). Le coût du transport représente alors des sommes marginales au vu des gains réalisés lors de la revente de ces produits.

Lorsqu'une entreprise de recyclage de métal explique aller « *au moins loin* » (Responsable centre de recyclage, 2015) pour éviter les coûts de transport, cela signifie qu'elle cherche à aller « *en Espagne ou au Portugal* ». Ce genre de produit se situe donc immédiatement à l'échelle européenne. Lorsqu'un acteur de la filière cherche à répondre au principe de proximité, il le fait à l'échelle continentale.

³⁶ Ces entretiens, réalisés selon une grille d'entretien commune (cf. rapports intermédiaires du projet MUEED), viennent s'ajouter aux nombreuses entreprises rencontrées afin de collecter les données présentées dans le chapitre 3.

Le critère spatial concernant l'aval des filières de recyclage de déchets à haute valeur ajoutée est clairement influencé par l'offre de rachat des matières. Cependant, cette offre n'est pas homogène, car elle est très dépendante d'un volume suffisant et nécessaire à l'exportation. Il faut ainsi un gisement important pour pouvoir remplir des containers de marchandises transportés par bateau. Seuls quelques grands repreneurs ont la capacité de stocker et de négocier ces produits, ce qui les rend plus fiable économiquement au regard des collecteurs. Les acteurs du domaine sont ainsi peu nombreux et travaillent dans une situation de collaboration/concurrence.

Les économies d'échelle ne portent pas sur les distances géographiques, mais sur les volumes. Ce n'est donc pas la proximité qui est importante, mais la capacité à gérer de grosses quantités de déchets à une échelle donnée, en fonction de filières industrielles organisées et largement internationalisées. Si le gisement est suffisant et que le cours de la matière est important, le transport ne freine pas la filière à l'export. Ce paradoxe illustre l'effacement du facteur spatial par rapport à celui du flux. Et lorsqu'un acteur explique recycler au plus près, il s'agit tout de même de containers qui s'exportent par les mers.

Les opérateurs reviennent souvent sur le sujet de la Chine, comme aspirateur à matières de récupération. La Chine est le premier consommateur mondial de matières premières, ce qui lui permet de consolider sa croissance et de nourrir ses industries. Les opérateurs français évoquent moins les coûts que les besoins dans cette section. Il semble que la France et l'Europe n'ont pas besoin de tant de matières de récupération, car « *le marché français est excédentaire en papier recyclé et bon nombre d'ouvrages sont imprimés en Chine* » (Responsable centre de recyclage, 2014). La localisation de nombreuses papeteries en Chine attire ainsi les papiers recyclés français. Ainsi, toute tentative de relocalisation du recyclage de papier-carton semble veine d'après ce responsable de centre de recyclage : « *Cette notion de proximité, ou plutôt cette absence de proximité aujourd'hui va être liée à deux choses : qui sont les consommateurs ? Qui sont les fabricants ? Aujourd'hui la Chine est un gros fabricant [...] Pour le coup, si on veut parler de circuit court c'est raté.* » (2014).

Enfin, certains acteurs rendent compte d'une imprécision sémantique sur la filière car d'après eux, ce sont les cartons et non les papiers que la Chine achète. Les papetiers français ont ainsi un regard critique sur « *la faible qualité des papiers envoyés et traités en chine, alors qu'en France on ne cherche que le papier de très haute qualité* » (Responsable d'une papeterie, 2015). Les catégories de papiers-cartons ne sont pas les mêmes selon le point de vue (collectivités, repreneur, négociant, papeterie ou même éco-organisme spécialisés dans le papier qui poussent à un tri de plus sélectif).

➤ **Proximité des producteurs ou proximité des repreneurs ?**

Les opérateurs mettent en avant les relations avec les producteurs de déchets pour dépasser la concurrence sur les gisements de déchets. Ils déploient des méthodes pour être au plus près de leurs clients que sont les producteurs de déchets, car « *le point important dans l'organisation est d'être au plus proche du producteur de déchets. On a une stratégie territoriale de proximité par rapport aux producteurs* » (Responsable centre de traitement, 2014). L'objectif est ainsi de trier au plus près des gisements produits et de créer des lots homogènes les plus importants possibles afin d'optimiser les coûts de valorisation.

Certains prestataires tentent même de court-circuiter le schéma classique via la collecte sélective de la collectivité. Cette pratique, qui est nommée la « *collecte parallèle* » (Responsable centre de recyclage, 2014), est un moyen d'éviter un intermédiaire dans la chaîne de récupération. Elle s'inscrit pleinement dans cette tentative de rapprochement avec le producteur du déchet. Quand l'opérateur est proche des gisements de déchets, il se dit dans le même temps proche des exutoires : « *La proximité du fait du tissu des papeteries c'est forcément à une échelle importante* » (Directeur éco-organisme, 2014). Cela est paradoxal car les échelles de proximité sont très différentes entre l'amont (local ou micro-local) et l'aval de la filière (global).

Les centres de tri sont le premier maillon d'une chaîne de recyclage de déchets à haute valeur ajoutée. Ils sont un point central en mutation, notamment car leur zone de chalandise est en pleine expansion géographique : « *notre centre de tri est ultra performant avec ces 3 lignes. Il a une visée au-delà du département, au-delà de la région* ». (Responsable centre tri, 2015). Les injonctions de performance technique et d'optimisation économique sont avancées pour expliquer ces transformations à venir. « *Côté tri, l'évolution prochaine de l'organisation territoriale, c'est la mise en place de centres de tri spécialisés pour le tri du papier avec une logique industrielle. Aujourd'hui 237 centres de tri ont [...] une aire de chalandises deux à quatre fois inférieures qu'au niveau européen* » (Directeur Eco-organisme, 2014).

Jusqu'à maintenant, seules les installations de traitement étaient considérées comme des outils spécifiques, ce qui expliquait des rayons d'action importants. Ces entretiens montrent que les centres de tri vont suivre cette logique de spécialisation et d'accroissement des aires d'approvisionnement. Le « *regroupement de petites structures* » (Responsable centre de recyclage, 2015) vers de grands centres plus optimisés semble être la trajectoire d'évolution. La section précédente a donc montré que les prestataires se voulaient plus près des gisements. Pour autant il ne semble pas que cette proximité se matérialise par la présence de centres de tri, mais simplement de points de regroupement, d'où des

visions assez diamétralement opposées dans les échelles d'implantation des centres de tri (éléments détaillé dans le chapitre suivant).

➤ **Des difficultés à maîtriser l'ensemble de la chaîne sur tous les territoires**

Si ces déchets semblent être des mines d'or pour les collectivités et prestataires, il existe cependant de nombreuses difficultés à maîtriser les filières et les contraintes territoriales. Les opérateurs recensent des difficultés industrielles et financières au recyclage de ces déchets à haute valeur ajoutée. Tout d'abord, il existe une contrainte technique du fait de la diversité des sous-catégories des grandes familles de matériaux que sont les plastiques, les métaux et les papiers/cartons. Cette difficulté à traiter ces sous-catégories a pour conséquence « *une grande volatilité des acteurs des entreprises de recyclage* » (Responsable entreprise de collecte, 2015). Cette diversité nécessite que chaque filière soit structurée par sous-catégories. Ce manque de structuration des filières « *ne permet pas un grand choix dans les repreneurs et donc la proximité ne fait pas partie des critères dans ce marché peu concurrentiel* » (Responsable de centre de tri, 2014)

Ensuite, toutes les entreprises ne semblent pas suffisamment fiables économiquement puisque le marché est très variable. Certaines entreprises se positionnent donc sur des niches, étant ainsi peu nombreuses à traiter un type de déchet spécifique. Cependant, elles sont aussi très fragiles du fait de leur dépendance aux gisements, car certaines filières parfois « *ne permettent pas d'avoir des tonnages suffisants* » (Responsable centre de traitement, 2014). Pour palier à cela, les opérateurs de recyclage privilégient les matériaux plus génériques afin d'obtenir des flux et des garanties suffisantes : « *Nous ne vendons nos déchets qu'à des entreprises qui ont des assurances-crédits* » (Responsable entreprise de collecte, 2015). Ces contraintes freinent considérablement une structuration des filières à proximité.

Les opérateurs désignent également des spécificités territoriales pour expliquer les difficultés à structurer les filières. On y retrouve certains paradoxes propres aux filières de recyclage à haute valeur ajoutée. Le premier paradoxe concerne la spécialisation géographique des industries. Ainsi, la France exporte certaines catégories de papier (notamment de basse qualité) et en importe d'autres : « *Il y a une logique de spécialisation des territoires en Europe : en France on exporte du papier journal et on importe du papier magazine.* » (Directeur éco-organisme, 2014). Il n'existe pas de stratégies de maîtrise des filières sur les territoires, car la spécificité des industries n'est pas répartie spatialement de manière égale. Le second paradoxe concerne le manque d'adéquation du redécoupage des régions administratives par les opérateurs de traitement. Ainsi, pour un acteur, le port du Havre est une porte de sortie d'un grand ensemble à l'Ouest de la France (qu'il nomme la Bretagne) : « *la Bretagne comporte un avantage : le littoral pour l'export maritime. On utilise le port du Havre* » (Responsable centre de traitement, 2014). Si cette phrase pourrait ressembler à une boutade, elle montre surtout la vision régionale des activités économiques par un opérateur. Le dernier paradoxe implique que la proximité est réalisable seulement lorsque les spécificités industrielles des territoires le permettent. Si les installations consommatrices de matières de récupération (plasturgistes, papeteries, sidéurgistes) ne sont pas présentes localement, la filière ne peut pas se structurer localement. En effet, pour le cas des ferrailles, « *il existe cinq groupes sidéurgiques en Europe, donc on est au minimum à cette échelle là* » (Responsable entreprise de collecte, 2015).

5.1.2. Les déchets pondéreux et putrescibles : des contraintes qui imposent la proximité

Les pondéreux et fermentescibles sont les déchets faisant l'objet de la plus grande proximité dans leur gestion. Celle-ci est justement explicable par leur poids rendant leur transport couteux (les déchets de la construction notamment), ou par leur rapide dégradation organique ne permettant pas leur déplacement sur de longues distances (déchets verts, restes alimentaires, boues d'épuration).

Leur gestion locale s'explique donc par un coût élevé du transport, contrairement aux déchets à forte valeur ajoutée précédemment mentionnés, pour lesquels le coût du transport était négligeable. Les déchets pondéreux et fermentescibles n'ont pas une forte valeur ajoutée, puisqu'ils sont en concurrence avec des matières au prix relativement bas (fertilisants chimiques, matériaux issus de carrières, etc.) et encore relativement disponibles (même si certains matériaux de construction tels que le sable ou le gypse commencent à se faire plus rares). Il est donc important de réfléchir à leurs débouchés, souvent complexes à trouver, et qui peuvent venir contraindre la localisation de leurs exutoires. Enfin, nous devons tenir compte de deux paramètres influençant fortement les flux de ces déchets : il s'agit de la gestion des risques associés (risque sanitaire notamment) et la recherche de produits de qualités pour une valorisation plus aisée.

➤ **Quand le coût du transport engendre une proximité subie**

Les déchets du bâtiment, s'ils font l'objet d'une attention de plus en plus grande de la part des pouvoirs publics³⁷, reste parmi les moins valorisés. Leur absence de dangerosité immédiate (puisqu'en grande partie inerte), a fait que leur élimination a toujours été considérée comme moins urgente. Pour autant, la part énorme qu'ils représentent (72% des 345 millions de tonnes³⁸ de déchets produits en France, ADEME, 2015), associée à la difficulté croissante d'extraire des matériaux de construction, invite l'ensemble des acteurs à mieux réfléchir à leur valorisation. Ces déchets coûteux à transporter ne peuvent alors être éliminés ou valorisés que dans un rayon relativement proche : sur les déchets du BTP, « on a un rayonnement de la filière en général sur 50 km maximum. Si on augmente la distance, les prix explosent. Plus on va loin, moins c'est rentable » (Directeur centre traitement, 2014). Pour essayer de palier à cette difficulté engendrée par le coût du transport, les responsables de centres de traitement des déchets de la construction se positionnent dans une logique de « diversification géographique des installations » (Directeur centre de traitement, 2015). Elles recherchent, avant de s'implanter sur de nouveaux marchés, à s'appuyer sur des sites de regroupement proches des gisements. La zone de chalandise de matériaux à bas coût est alors restreinte.

Ces contraintes de coûts s'appliquent également, quoique différemment, aux déchets fermentescibles telles que les boues d'épuration. Ainsi, un responsable de station d'épuration nous indique que, malgré les interdictions d'intégrer les questions de proximité dans les marchés publics, celle-ci « est importante quand même car le transport représente 25% du coût du traitement des boues, en prenant en compte les plateformes les plus proches. Plus on va loin, plus ça coûte cher » (Responsable STEP, 2014). Il note ensuite que seule la saturation de certaines plateformes et le manque d'exutoires concernant ces déchets les obligent à allonger la distance et donc le coût. Il s'agit donc ici d'une proximité par défaut. Les contraintes sont similaires pour les déchets verts, même si une fois stabilisés et transformés en compost, leur déplacement pose un peu moins de difficulté.

➤ **La difficulté de trouver des débouchés locaux**

Malgré la difficulté à déplacer les déchets pondéreux et fermentescibles, il n'existe pas toujours de débouché local évident pour les valoriser. Les faibles possibilités de transport viennent contraindre fortement les possibilités de valorisation optimales des déchets. La proximité contrainte est ici vécue comme une perte de potentiel.

Ainsi la réutilisation des déchets de la construction n'est pas rentable par rapport aux produits issus des carrières. C'est notamment le cas en Bretagne où les carrières sont particulièrement nombreuses et où le recyclage coûte plus cher que l'exploitation de matière première (Ingénieur ADEME, 2014). Au contraire, en Île-de-France, les besoins d'une activité de construction très intense ne sont plus possibles à combler uniquement avec les extractions dans le milieu naturel, en grande partie déjà urbanisé. Le recyclage s'avère alors être une solution à mettre en œuvre en urgence, offrant ainsi un débouché rapide aux déchets de la construction. C'est dans ce contexte que le centre Yprema a été créé sur le territoire du SIETREM de Marne-La-Vallée, dès 1984, pour éviter de faire venir des matériaux de construction des régions voisines (Ingénieur Yprema, 2014). « L'ancrage territorial » fait partie des priorités mises en œuvre par les professionnels de la construction pour se fournir en matières, qu'elles soient premières ou secondaires (de récupération) (Fédération professionnelle, 2014).

Les entreprises invitent également les acteurs du territoire, au premier rang desquels les collectivités locales, à « jouer le jeu de l'auto-consommation » pour écouler les matières recyclées, c'est à dire de privilégier l'utilisation de matières recyclées localement dans les grands chantiers, que cela soient des gravats dans le bâtiment ou des mâchefers dans les travaux publics. Cette auto-consommation du territoire est alors souvent contrainte par la réglementation, puisque les DTU (Directive Technique Unifiée) - relatives à la qualité des matériaux et permettant leur réutilisation plus ou moins rapide - ne tiennent pas toujours compte des potentiels de valorisation (Ingénieur Yprema, 2014). Ces réglementations, basée sur la sortie du statut de déchets, privilégient en effet le principe de précaution et cherchent avant tout à éviter tout risque sanitaire ou environnemental. La société Yprema, spécialisée dans les déchets de la construction et les mâchefers, estime ainsi que 80% de ses apports proviennent d'un rayon de 15 km autour de Marne-La-Vallée. Les gisements sont donc extrêmement proches, grâce à sa localisation en périphérie immédiate de la zone urbaine parisienne. Les matériaux recyclés sont également vendus pour leur majorité dans un rayon de 15 km afin d'alimenter les chantiers de l'est francilien.

La deuxième grande catégorie de déchets, gérés dans une proximité contrainte et faisant l'objet de difficultés dans leurs débouchés, sont les déchets organiques. Leur principal mode de valorisation est le retour au sol afin de servir d'amendement organique. La valorisation agronomique des déchets verts, issus de l'entretien des espaces verts privés

³⁷ Il s'agit par exemple du projet REPAR (Réemploi comme passerelle entre architecture et industrie) et REPAR 2, financé par l'ADEME et mis en œuvre par Bellastock (Benoit, 2014)

³⁸ Ces chiffres officiels de production de déchets du bâtiment sont à relativiser car ils correspondent en partie à des déblais/remblais réutilisés sur le site de leur production.

ou collectifs, ne pose pas de difficulté majeure, puisqu'elle produit un compost de qualité relativement facile à écouler (même si les modalités économiques de cet écoulement peuvent être très variables et plus ou moins rentables). La baisse des coûts du pétrole entraîne cependant une tension plus grande sur ce marché puisqu'elle engendre une plus grande concurrence des engrais chimiques. La difficulté est d'autant plus grande pour les boues d'épuration, directement épandues ou compostées avant épandage. Les agriculteurs réagissent alors avec une grande variabilité en fonction de l'évolution des marchés du pétrole, privilégiant les intrants chimiques lorsque le baril de pétrole est bas ; attendant impatiemment les boues d'épuration en situation inverse (Responsable STEP, 2014). Certaines boues pâtissent alors de leur mauvaise image, malgré toutes les mesures prises pour améliorer leur acceptabilité depuis une dizaine d'années.

L'un des leviers d'actions sur ce type de déchets fermentescibles, afin de trouver plus facilement des débouchés, est d'éviter de les concentrer et donc d'éviter d'avoir à chercher des exutoires acceptant de gros volumes. Pour cela, il est important de privilégier la gestion des déchets organiques à l'échelle ultra-locale, c'est à dire à l'échelle de la parcelle avec le compostage individuel (Responsable collectivité locale, 2014).

➤ **Rechercher la qualité du déchet et la réduction des risques**

Pour améliorer les débouchés locaux de valorisation, il est important d'offrir des produits de la plus grande qualité et ne présentant aucun risque. Or ces éléments sont difficiles à atteindre lorsque les déchets proviennent de l'accumulation de petits gisements d'origine très variée. Gérer les déchets à proximité signifie accepter une variété de flux plus grande pour assurer des gisements suffisamment importants. Or l'une des principales contraintes des entreprises de recyclage est d'avoir des gisements suffisamment homogènes pour en assurer une valorisation efficace d'une part et pour éliminer tout risque sanitaire d'autre part. Les déchets municipaux posent ainsi de grandes difficultés de par leur hétérogénéité (pour les déchets de la construction) et leur manque de stabilité (pour les déchets fermentescibles). Les responsables de centres de traitement interrogés évitent ainsi souvent ce type de déchets pour ce concentrer sur ceux des collectivités ou des entreprises. On observe ici une contrainte à la mise en œuvre de la proximité constituée par la recherche de qualité des produits en entrée. Le développement de technologies de traitement des déchets *in situ* existe pourtant, dans des conditions qui se stabilisent progressivement³⁹. Cette recherche de réduction de tous les risques amène également les collectivités locales à faire respecter les réglementations de façon stricte. Ainsi l'interdiction de brûler ses déchets verts est de plus en plus respectée. Ceci engendre un accroissement des volumes de déchets verts en déchetterie et ainsi la nécessité de trouver de nouveaux exutoires, avec la contrainte de déchets provenant des particuliers et donc ayant des qualités très variées (Ingénieur ADEME, 2014).

La recherche de déchets de qualité passe également par la mise en œuvre du principe de « territoire de qualité » (Gouhier, 2000). Tout comme l'épandage des boues d'épuration peine à trouver des agriculteurs acceptant de les recevoir, les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre tendent à refuser la réutilisation des mâchefers dans les techniques routières, malgré les cahiers des charges cherchant à encadrer les risques environnementaux (Directeur centre de traitement, 2015). On retrouve ici l'opposition entre plusieurs pensées environnementalistes visant, d'une part, à valoriser le plus de déchets possible, d'autre part à limiter à l'extrême les risques sanitaires et environnementaux, enfin à éviter tout processus de recyclage pour favoriser le réemploi et la réduction à la source (Benoit et al., 2014). La recherche d'exutoires locaux passe donc pas une intense activité de sensibilisation et de co-construction avec les différents acteurs impliqués afin de structurer la filière qui convienne à tous (Directeur centre de traitement, 2015). Cette proximité impose une réflexion commune et une action concertée. Ces éléments sont rendus difficile par des filières extra-territoriales (quelque-soit l'échelle de ce territoire). Le territoire de mise en œuvre d'une économie circulaire est donc primordial. On retrouve également ces difficultés concernant le transfert de déchets organiques des industriels (gérant des plateformes de compostage) vers les agriculteurs, avec des logiques de fonctionnement distinctes (Responsable centre de traitement, 2015).

5.1.3. Les déchets « ultimes » : une élimination de masse et de proximité

Les déchets ultimes, tels que définis dans le code de l'environnement, sont théoriquement les seuls à pouvoir être éliminés sans valorisation, et donc à pouvoir être enfouis dans des installations de stockage des déchets ou incinérés sans valorisation énergétique. Sur le terrain, les déchets enfouis sont loin de se limiter aux déchets ultimes, puisqu'ils représentent en 2013 encore 27% des tonnages de Déchets Ménagers et Assimilés (contre seulement 7,2% des Déchets des Activités Economiques) (ADEME, 2015). En y ajoutant l'incinération sans valorisation énergétique, on obtient des chiffres de 27,5% de déchets éliminés (donc théoriquement ultimes) pour les DMA et de 9,3 pour les DAE.

³⁹ C'est le cas de l'assainissement non collectif par exemple, qui après avoir été longtemps marginalisé, est considéré (directive européenne de 1991) comme un mode à part entière de traitement des eaux usées.

➤ **Le principe de hiérarchie des modes de traitement prime sur le principe de proximité**

La logique a pendant des décennies été la dissémination de ces installations au plus proche des territoires de production. Chaque ville voulait son incinérateur et chaque département son centre d'enfouissement. Depuis les années 1990 on observe plutôt une baisse régulière du nombre d'installations d'élimination au profit de leur amélioration technique et capacitaire. Cependant, les cartes réalisées dans les parties précédentes de ce rapport montrent clairement que les déchets qui ne parcourent pas de grandes distances sont en grande majorité des déchets enfouis ou incinérés. Ces deux modes de traitement, placés aux derniers dans la hiérarchie des modes de traitement, sont donc les principaux vecteurs de l'application du principe de proximité. On peut alors se demander dans quelle mesure cette proximité est bénéfique au territoire et à l'environnement ?

Le critère qui justifie les choix des gestionnaires de déchets, au premier rang desquels les collectivités locales, dans la mise en œuvre d'un exutoire, est la hiérarchie officielle des modes de traitement des déchets. Bien que ce principe soit placé à égalité, d'un point de vue légal, avec le principe de proximité, « *on favorisera toujours la valorisation à l'enfouissement, même si cela se situe plus loin. Mais on essaye tout de même de conserver nos déchets dans le territoire* » (Responsable collectivité, 2014). Le respect de cette hiérarchie est donc l'élément de base. Une fois cette idée intégrée, il est important de noter que l'enfouissement est la principale technologie qui permet une gestion des déchets à proximité, notamment pour les Déchets des Activités Economiques : « pour nos DAE, seul l'enfouissement se fait réellement à proximité » (Responsable entreprise de collecte des déchets, 2015). Les cartes et les graphiques développés dans les parties précédentes de ce rapport viennent étayer cette observation.

➤ **La valorisation énergétique : une solution de proximité ?**

Dans les trois études de cas développées par ce projet de recherche, plus de 50% des déchets sont généralement traités sur le territoire même de leur production. Il s'agit en majorité des déchets incinérés. Se pose alors la question, posée de façon récurrente dans le débat public, sur la place de l'incinération au sein de la hiérarchie des modes de traitement. La valorisation énergétique est-elle le seul mode de traitement qui permet de respecter à la fois le principe de hiérarchie des modes de traitement et celui de proximité ? Ou au contraire, s'agit-il d'un mode de valorisation au rabais par rapport à la valorisation matière ? Nous ne ferons ici que reprendre la hiérarchie officielle des modes de traitement qui privilégie la valorisation matière et organique, à la valorisation énergétique, elle-même classée prioritaire sur l'élimination (enfouissement + incinération sans valorisation). Pour les déchets ne rentrant pas dans la catégorie des pondéreux et fermentescibles, la valorisation énergétique constitue alors la technologie permettant de les traiter dans une très grande proximité⁴⁰.

Au-delà de cet aspect, la valorisation énergétique a l'avantage d'offrir une plus grande stabilité financière aux opérateurs du domaine, ne dépendant pas ainsi des grandes fluctuations des prix des matières premières : « *pour les matières, les cours sont trop fluctuants. Le déchet ultime c'est bien : on est payé pour le traitement, et si on valorise c'est la cerise sur le gâteau.* » (Responsable centre de traitement, 2015). Si cette citation permet de s'interroger sur la réalité des motivations des entreprises du déchets à aller vers un respect effectif de la hiérarchie des modes de traitement (et d'essayer d'avoir une valorisation matière la plus importante possible), on y observe tout de même la stabilité de ce processus de valorisation énergétique dans la prise en compte du principe de proximité. Le risque est alors de voir les acteurs locaux favoriser la modernisation de leur incinérateur, jugé comme plus efficace sur le critère de la proximité, au détriment de la mise en avant de nouvelles filières et de la construction d'infrastructures nouvelles visant à la valorisation autre que matière : « un des arguments du SIETREM pour expliquer le développement et l'accroissement de la capacité de l'incinérateur est d'éviter que l'on réalise des équipements supplémentaires lorsque l'on a un équipement à proximité » (Responsable collectivité locale, 2014). Cette technologie permet alors de développer la cogénération afin d'optimiser les liens avec les besoins énergétiques du territoire, notamment en zone très urbanisée.

Certains acteurs notent la façon dont l'idée nouvellement diffusée en France du « zéro déchet » remet à l'ordre du jour les enjeux du localisme, autour des besoins en matières de récupération et en énergie. La valorisation énergétique serait alors la meilleure façon de tirer un profit local des déchets. La priorité des actions publiques devrait, selon un directeur de centre de traitement des déchets (2015), aller vers la recherche d'une valorisation qui soit davantage faite localement afin d'éviter toute déperdition de ressources pour le territoire : « *Il y a un bouleversement en cours pour le zéro déchet. Tout ça existe déjà, et surtout il faut arrêter de tirer sur les ambulances que sont le stockage et l'incinération ! 80% des DAE sont déjà recyclés ! C'est le tri qui doit répondre à des critères locaux et économiques pour des besoins locaux en matières premières secondaires et en énergie ! Il y a un très fort besoin en énergie pour les industries, on a axé notre développement là-dessus* ».

⁴⁰ Nous n'évoquons ici que le traitement des déchets, pas les techniques de prévention qui, en restant très locales, peuvent donner des résultats très intéressants.

Dans cet état d'esprit, la valorisation énergétique devient une concurrente directe de la valorisation matière. Cependant, si l'incinération retrouve ce regain d'intérêt, l'idée de proximité risque de se voir reléguée au second plan (tout comme pour la valorisation des déchets à forte valeur ajoutée). En effet, si les gestionnaires d'incinérateurs peuvent parcourir des distances plus grandes pour aller chercher des déchets du fait des avantages environnementaux de l'incinération, le principe de proximité est remis en cause. C'est par exemple le cas de l'incinérateur du Mans qui reçoit les Ordures Ménagères Résiduelles d'Alençon, située à plus de 50 km. Alençon ne possède en effet pas d'incinérateur, mais un centre de stockage des déchets non dangereux, traditionnellement utilisé par la ville. C'est alors « l'obtention de points bonus sur la question des émissions de gaz à effet de serre qui a joué en la faveur de l'incinération dans l'obtention de ce marché public » (Responsable de l'entreprise prestataire, 2015). La valorisation énergétique est donc jugée plus efficace d'un point de vue environnemental, remettant *a contrario* en cause le principe de proximité.

5.1.4. Les déchets dangereux : la nécessaire économie d'échelle pour une dépollution de qualité

Les déchets dangereux sont des déchets dont le traitement est onéreux et spécifique. Ils sont qualifiés de « dangereux » car ils sont dans le spectre des produits présentant un risque pour la santé et l'environnement. Ils sont les déchets chimiques (issus des peintures, solvants, alcools, pesticides), les déchets hydrocarburés (essence, huiles), les déchets qui contiennent des solutions dangereuses (piles, batteries, cartouches), les déchets amiantés, les résidus d'incinérateurs, etc. Entre 200 et 4000 euros le coût de traitement pour une tonne, les ménages, collectivités et entreprises qui les détiennent, ont des difficultés pour trouver des preneurs capables de les éliminer de manière appropriée. Ces déchets cristallisent également les plaintes des associations environnementales et des riverains. Certains exemples récents d'entreprises fraudeuses n'ont pas amélioré cette image en accumulant des déchets dangereux dans des hangars sans solution d'élimination ni d'autorisation réglementaire (Cf. dans les médias les scandales de Citron⁴¹, MBM⁴² ou Hornec⁴³). Selon les opérateurs, les outils techniques et l'acceptation sociale sont des facteurs prépondérants des trajectoires spatiales de ces déchets.

➤ **Un nombre de centres de traitement très limité, malgré la dangerosité de l'étape du transport**

Les opérateurs de traitement de déchets dangereux ne s'en cachent pas : la structuration d'une logique spatiale est très faible dans cette filière : « L'unique logique spatiale de la filière est déterminée par notre site à Rennes qui couvre une énorme partie de la région Ouest de France » (Directeur exploitation centre traitement, 2014). Ces centres par leur spécificité technique limitent le coût de traitement et sont un facteur de regroupement de déchets. Les critères prépondérants ne sont pas spatiaux, mais reposent bien sur l'efficacité technique qui rend le coût du traitement moins élevé. La proximité de traitement n'est pas un impératif non plus dans les discours des collectivités, car comme l'explique un responsable d'une collectivité locale (2014) : « les déchets dangereux ne doivent pas se gérer localement ». Le manque d'exutoires inhibe toute stratégie de traitement à proximité.

Etant donné qu'il y a peu de concurrence, les déchets restent au sein des groupes industriels lorsqu'ils en sont responsables. Ainsi, certains lots traversent la France du Mans à Lyon au sein de la même société car « il n'y a pas de contraintes réglementaires ou de planification sur le lieu de destination des déchets en France » (Directeur exploitation centre traitement, 2014). Le manque d'installation de traitement autorise économiquement ces transports coûteux et dangereux, car concernés par la réglementation sur le « transport des matières dangereuses » (TMD), et ce, malgré les maîtres nécessaires des risques liés à toute action de transport de ce type de produit. S'il ne semble donc pas approprié de transporter ces déchets sur de longues distances, leur caractère très spécifique impose ces importantes économies d'échelle.

Le maillage des centres de tri et de traitement peut être très vaste. Par exemple, pour les piles il existe « trois centres de tri en France et onze centres de recyclage en Europe » (Responsable d'éco-organisme, 2014). Il est assez surprenant que si peu de centres spécialisés soient recensés pour des produits communs. Cependant, la spécificité des types de traitement (tous différents pour chaque catégorie de piles) impose la structuration en réseaux si distants géographiquement.

➤ **La contrainte des éco-organismes plus fortes que celles de la planification**

Cette filière de traitement est nouvellement concernée par un dispositif REP (Responsabilité élargie du producteur), qui impose un éco-organisme. Ce dispositif ne concerne pas tous les déchets dangereux, mais les Déchets Diffus

⁴¹ Disponible sur < http://www.normandie-actu.fr/document-une-usine-de-traitement-des-dechets-fait-polemique-au-havre_63056/ >

⁴² Disponible sur < <http://www.reporterre.net/Pres-du-Mans-20-000-tonnes-de> >

⁴³ Disponible sur < <http://www.lejdd.fr/Societe/Faits-divers/Les-decharges-sauvages-du-clan-Hornec-656349> >

Spécifiques (DDS) qui sont les déchets ménagers issus de produits chimiques. Ce dernier devient *de facto* le gestionnaire financier et opérationnel de la filière. Il choisit ses prestataires de collecte et de traitement avec ses propres critères, comme l'explique ce directeur d'exploitation d'un centre traitement de déchets dangereux (2014) : « *On va perdre beaucoup de gisement à cause du nouveau éco-organisme qui a choisi, avec la collectivité, un prestataire qui n'a pas de centre de traitement local* ». Le critère de la localisation du centre de traitement ne semble donc pas le plus important dans la sélection des opérateurs.

Il existe une divergence latente entre la planification régionale, dont font l'objet les déchets dangereux, et le rôle de gestionnaire de l'éco-organisme en charge des DDS. En effet, ce dernier organise la filière sur le territoire nationale et il n'intègre que très peu les échelles administratives. Lorsqu'il s'agit de s'échanger des données quantitatives sur les flux, « *Le conseil régional a demandé à l'éco-organisme chargé des déchets dangereux de leur transmettre des informations à l'échelle régionale, mais l'organisme n'était disposé qu'à donner des informations à l'échelle nationale* » (Responsable Conseil régional, 2014). Considérant que ce sont des échanges privés et marchands, l'éco-organisme ne considère pas être contraint par la politique régionale de traitement des déchets dangereux. De surcroît, cette dernière n'est pas très contraignante, puisque de nombreuses régions ont abandonné la perspective de permettre l'ouverture d'une Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD). La planification régionale n'empêche pas la sortie des déchets dangereux du territoire, ce qu'a bien saisi l'éco-organisme, qu'il s'agisse de les valoriser ou même de les éliminer.

➤ **Construire des relations de confiance avec les clients, les riverains et les partenaires**

Dans un contexte de méfiance à l'égard des déchets dangereux, les entreprises de traitement doivent se montrer recommandables. Elles développent un discours sur la confiance et le conseil. Certains opérateurs informent notamment leurs clients des solutions pour réduire la production de déchets dangereux, alors même qu'ils sont payés pour les traiter. Ils ont pour objectif de sécuriser leur marché en construisant des relations stables avec « *un discours sur la confiance, sur la proximité* » (Responsable centre de tri/reconditionnement, 2015). Parfois même, ces entreprises se passent de conventions contractuelles avec leurs clients pour ne pas inspirer la crainte de geler un marché.

Les installations de traitement doivent également construire des relations de confiance avec leurs riverains, qui peuvent rapidement devenir une force d'opposition. Un opérateur parle de « *faciliter l'acceptation des riverains* » (Responsable centre de traitement, 2015), ce qui montre qu'il doit préparer un contexte réunissant les conditions d'un dialogue favorable.

Enfin, les entreprises de traitement doivent établir des relations de confiance avec des partenaires, qui pourraient ne pas être disposés à participer à la filière des déchets dangereux. Notamment, lorsqu'il s'agit d'optimiser les transferts de déchets, « *il faut travailler ensemble pour limiter les transports [...] La proximité territoriale ça passe avec un transporteur local qui nous a aidé à créer une ligne ferroviaire* » (Responsable centre de traitement, 2015). Cette entreprise a fini par convaincre un partenaire logistique après avoir essuyé plusieurs refus d'autres entreprises. Plus que pour un autre métier, les entreprises de traitement de déchets dangereux doivent consolider des partenariats par des efforts de dialogue et de persuasion.

5.1.5. La structuration de filières nouvelles REP : une proximité à inventer

La responsabilité élargie des producteurs (REP), qui régie ces filières, découle du principe pollueur-payeur. Ainsi, les producteurs, fabricants et distributeurs doivent organiser financièrement et opérationnellement les filières et la collecte des produits qu'ils ont mis sur le marché. Ces filières existent depuis 1992 (avec les emballages), mais ne cessent de concerner de plus en plus de produits comme les Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE), les Véhicules Hors d'Usage (VHU), les pneumatiques usagés, les déchets de piles et accumulateurs, les textiles usagés, les déchets de papiers graphiques, les Médicaments Non Utilisés (MNU), les déchets d'éléments d'ameublement (DEA), les déchets diffus spécifiques ménagers (DDS) et les Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux (DASRI). Ces filières sont toutes organisées différemment mais elles ont en commun de se focaliser sur des produits et non des matériaux, de nécessiter un traitement spécifique, de renvoyer une image auprès des consommateurs et de mobiliser l'économie sociale et solidaire pour le tri des déchets.

➤ **Une distance justifiée par le besoin de spécialisation technologique**

Les filières REP sont des filières de traitement de produits en fin de vie, ce qui les rend plus complexes que les filières classiques de matériaux. Ainsi, la proximité géographique est prégnante dans le démantèlement et le tri, mais les flux finissent par être transportés loin lorsque la valeur ajoutée est grande pour les matières extraites de ces produits. Concernant les DEEE, nos terrains d'étude montrent que ces déchets sont systématiquement collectés et triés à l'échelle locale. Mais après ce premier traitement, « *les fractions complexes des DEEE (cartes mémoires...) sont traitées à l'échelle mondiale, car il existe très peu d'installation pour les traiter* » (Dirigeant Eco-organisme, 2014). La spécificité des

process, mais aussi la valeur ajoutée des métaux, sont des leviers pour exporter ces déchets hors des frontières nationales.

Pour chaque nouvelle filière REP, il faut inventer de nouveaux procédés de traitement spécifiques et efficaces. La REP sur les Déchets d'Eléments d'Ameublement (DEA) nécessite des installations de recyclage des matelas, mais « *il n'y en a pas 15 000 en France, donc ceux qui arriveront à faire de la matière première secondaire et à isoler de la mousse polyuréthane ou du latex pour des matelas, ce sera encore des camions qui vont traverser la France. C'est évident!* » (Responsable centre de recyclage, 2014). L'optimisation du traitement conduit donc à allonger les distances de traitement.

La REP met également en danger les modèles économiques des entreprises et collectivités. Pour les premières, les contraintes réglementaires imposent « *de gros investissements pour le broyage* » (Responsable centre de recyclage, 2014) notamment pour le traitement des Véhicules Hors d'Usage (VHU). Même s'il n'y a pas de garantie de disposer de suffisamment de gisement pour amortir ces investissements, les entreprises n'ont pas le choix si elles veulent continuer à traiter ces produits. Les collectivités cherchent, quant à elles, à ne perdre d'argent du fait des seuils de périmètre d'action, car « *pour les REP, il est impossible de mettre en place des économies d'échelle à l'échelle d'une métropole, il faut un territoire plus vaste* » (Responsable collectivité locale, 2014). L'échelle du territoire est en question car le gisement n'est parfois pas suffisant pour favoriser l'installation de centres locaux de traitement.

➤ **Le rôle structurant des éco-organismes : le prix et l'image avant tout**

Le rôle prépondérant des éco-organismes dans l'organisation des filières est très mal accepté par les entreprises, qui doivent accéder aux contrats des premiers. La première critique que l'on trouve est relative à la territorialisation des marchés par les éco-organismes, c'est-à-dire le mécanisme de partage des territoires entre eux. Il semble que ce partage soit dépourvu de concurrence territoriale pour les DEEE puisque chaque éco-organisme s'est concentré sur une partie de la France, car « *c'est le poids des éco-organismes qui dessine la carte* » (Responsable centre de recyclage, 2014). De plus, ils ont tous cherché en priorité à concentrer leur action dans les grandes métropoles, car « *le rural coûte plus cher* » (Responsable centre de recyclage, 2014).

La deuxième critique faite par les entreprises de traitement concerne l'image que projette la filière et qui tourmente les éco-organismes. Ce marketing de l'image s'explique par le fait que ce sont des filières médiatisées auprès des consommateurs. Il faut donc agir avec les codes publicitaires destinés au grand public. Cette logique est difficile à saisir pour les entreprises de traitement, qui trouvent que « *le problème des éco-organismes, c'est qu'ils sont changeants, variables, anti-économiques, et cherchent seulement des images marketing* » (Responsable centre traitement, 2015). Cette représentation médiatique que cherchent les éco-organismes excède donc les opérateurs et frise parfois avec l'ingérence. Ainsi, les éco-organismes doivent maîtriser l'ensemble de la filière pour contrôler leur image, et impose donc des contraintes importantes : « *Notre client américain fait très attention au choix des recycleurs, et demande à avoir une transparence totale dans le suivi du déchet* » (Directeur centre de tri de DEEE, 2014). Certains éco-organismes choisissent parfois eux même les opérateurs de recyclage et de valorisation après démantèlement et broyage.

Enfin, cette critique s'accompagne du manque de transparence dans le choix des opérateurs logistiques et de traitement par les éco-organismes. Certaines entreprises se sentent flouées car leurs arguments ne sont pas entendus. Ainsi, le critère du prestataire local ne semble pas important, car « *les éco-organismes DEEE ne cherchent pas à favoriser la proximité. Ce qui leur importe principalement, c'est le prix* ». (Responsable entreprise d'insertion, 2014). Le coût de la collecte et du traitement proposé par les prestataires est à priori le premier critère de sélection pour les éco-organismes, au détriment des relations locales. Ainsi, les éco-organismes réorganisent les filières locales selon leurs critères et « *souvent les filières REP viennent casser les partenariats locaux* » (Responsable collectivité locale, 2014).

Cependant, cela donne lieu à des polémiques comme l'exemple de cette entreprise d'insertion qui a fait des investissements pour être aux normes des éco-organismes afin de conserver son contrat. Malgré cela, « *lorsque l'année suivante, une autre entreprise plus éloignée a ouvert avec des prix inférieurs, l'éco-organisme a choisi de leur donner le marché* » (Responsable entreprise d'insertion, 2014). Cette controverse ne s'arrête pas là, car cette entreprise, qui ne respectait pas la réglementation, a été mise en liquidation judiciaire lorsqu'un inspecteur des installations classées l'a contrôlée.

➤ **Une compétition nouvelle pour l'économie sociale et solidaire : le territoire en jeu**

La structuration des filières REP et la nouvelle rentabilité économique de la gestion des déchets concernés, amène de nouveaux acteurs sur le marché. L'ensemble des entreprises, anciennement actives dans le domaine du recyclage des déchets à forte valeur ajoutée ou de l'élimination des déchets, cherche donc une place dans le marché nouveau des filières REP. Ces filières, telles que les emballages, les textiles, les meubles, etc., étaient traditionnellement le domaine de l'économie sociale et solidaire (ESS). Du temps où il n'était pas rentable de travailler sur ce genre de produit, seules des associations à vocations d'insertion sociale, sans but ni de rentabilité ni d'efficacité économique, pouvaient intervenir dans le secteur. Aujourd'hui, ces organisations de l'ESS interviennent sur des marchés devenus

plus compétitifs. Elles sont donc en concurrence entre elle mais aussi et surtout avec les entreprises traditionnelles de la valorisation et de l'élimination des déchets, mettant en jeu leur existence même.

De nouvelles formes de concurrences apparaissent entre entreprises d'insertions, Etablissements ou Services d'Aide par le Travail (ESAT), et associations humanitaires. La sélection ne se fait plus sur la dimension sociale, car « *le critère d'insertion, ne fait pas forcément pencher la balance en notre faveur puisque les grands groupes ont aussi des centres de travailleurs handicapés* » (Responsable entreprise d'insertion, 2014). Cette compétition déséquilibre notamment les modèles des entreprises d'insertion de collecte du textile, puisque les grands prestataires « *utilisent la croix rouge qui récupère et trie des textiles gratuitement sur du temps de bénévolat et ils négocient facilement les prix puisque le travail à déjà été fait bénévolement en amont.* » (Responsable entreprise d'insertion, 2014). Même si les associations humanitaires n'ont pas vocation à créer de l'emploi à l'opposé des entreprises d'insertion, elles profitent d'une image sociale utile aux éco-organismes et aux grands prestataires. Ces derniers instrumentalisent un partenariat social avec les ESAT et associations humanitaires, qui ne peuvent pas répondre aux appels d'offres des éco-organismes, pour rivaliser sur la dimension sociale des entreprises d'insertion.

Par ailleurs, les collectivités qui ont construit des relations de confiance avec certaines entreprises d'insertion tentent de conserver ces partenariats, non sans « *faire face à de nombreuses pressions, notamment des éco-organismes* » (Responsable collectivité locale, 2014). Parfois, les règles des éco-organismes ne le permettent pas, car ils « *ne retiennent qu'un seul prestataire pour un territoire, donc pas de possibilité de faire jouer la carte du local pour le tri et le traitement* » (Responsable collectivité locale, 2014). Les entreprises d'insertion sont souvent concurrencées sur le plan technique par les industriels du traitement avec lesquels elles n'arrivent pas parfois à conclure des partenariats : « *on n'a pas réussi à trouver d'accord entre l'entreprise d'insertion et le groupe de traitement. Par conséquent, nous avons deux prestataires sur ce territoire* » (Dirigeant Eco-organisme, 2014). C'est par exemple le cas de Triade, le gros centre de tri et de valorisation des DEEE ouvert par Veolia en 2012 à Angers, soutenu par les éco-organismes, en compétition directe avec les centres de l'entreprise d'ESS Envie, historiquement active sur les DEEE et bénéficiant du soutien des collectivités locales du grand ouest. Ces formes sociales et techniques de concurrences conduisent donc à fragiliser les entreprises d'insertion qui doivent trouver de nouveaux marchés.

5.2. Quelle marge de manœuvre pour une économie circulaire de proximité ?

Une fois les différentes catégories de déchets constituées, on remarque des logiques assez diverses d'appropriation du principe de proximité. Si les échelles de la proximité sont très variables en fonction des types de produits, certaines logiques se retrouvent systématiquement dans chaque typologie. On peut ainsi observer des acceptions proches des registres de proximité en fonction de critères récurrents. On peut également noter un rapport assez distancié aux différentes tentatives des politiques publiques (à divers échelons) pour planifier l'organisation territoriale de la gestion des déchets. L'ensemble de ces éléments permet de mettre en avant un certain nombre de perspectives et d'évolutions territoriales par rapport aux filières de déchets.

5.2.1. Définir des registres de proximité par rapport aux flux de déchets

La proximité peut être définie en fonction de plusieurs registres, correspondant à des critères différents en fonction des acteurs, des contextes et des types de déchets. Ces registres signifient qu'il y a en réalité plusieurs proximités qui peuvent être définies de façon distincte en fonction des contextes. La législation restant très floue dans le domaine, il est donc important de bien structurer ces registres afin de comprendre la façon dont s'exprime cette proximité et éventuellement la façon dont on peut la gérer. La première section de cette partie cherche donc à illustrer, sur la base des entretiens réalisés, la perception de la proximité de la part des acteurs des déchets. La seconde section tentera de définir plusieurs registres de proximité.

La proximité a donc des acceptions différentes entre les acteurs. Chacun va l'appréhender en fonction de ses propres contraintes, techniques, économiques, en terme de communication ou d'enjeux de territoire.

➤ **La proximité : une image de marque**

La proximité est tout d'abord une image de marque à faire valoir pour les entreprises et pour les collectivités locales : « *La proximité, c'est l'image qu'on peut renvoyer et qu'on promeut* » (Responsable centre de recyclage, 2014). Elle s'exprime par les relations de confiance avec les riverains et par un ancrage territorial fort. Les entreprises ont ainsi la volonté de communiquer et de promouvoir cette dimension valorisante : « *commercialement, on communique beaucoup sur le « site de proximité » [...] sur des marchés de proximité géographique, à l'heure des « bilans carbone », de la proximité environnementale.* » (Directeur centre de traitement, 2015). Cette image est souvent associée à la dynamisation socio-économique du territoire : « *la proximité c'est l'image de la société. On veut faire bénéficier de la matière aux locaux et faciliter l'intégration de la société dans le paysage local* » (Responsable centre de traitement, 2015).

Cette proximité s'oppose à la stratégie de développement des grands groupes qui possèdent plusieurs sites. Ce sont essentiellement les entreprises qui n'ont qu'une seule exploitation, qui mobilisent cet argument. Ainsi, ils contournent la limite d'une unique implantation en démontrant leur ancrage local. Il s'agit d'une stratégie commerciale « *par bon sens, conviction, d'une part pour économiser des coûts et pour l'impact carbone. C'est du marketing* » (Responsable centre de traitement, 2015). Cette représentation de l'entreprise locale est donc importante pour valoriser son identité. C'est par exemple pour cela que la multinationale du déchet Sita s'est associée avec l'entreprise de récupération et de valorisation des déchets sarthoise Passenaud en 2012 (à parts égales) dans la création du nouveau centre du tri du Mans : Valor Pôle 72.

➤ **Une meilleure acceptation sociale des infrastructures dans la proximité**

La période du NIMBY (Not in My Back Yard) a laissé des traces dans la culture des entreprises de traitement et elle n'est pas encore achevée. Ainsi, des dispositifs réglementaires ont été créés par les services de l'Etat, comme les enquêtes publiques et les commissions locales d'information et de surveillance (CLIS), qui sont devenus par la suite les commissions de suivi des sites (CSS). Les entreprises ont appris à s'en accommoder et à construire un mécanisme d'acceptation sociale de leurs infrastructures. Ce mécanisme se matérialise d'une part par des rencontres régulières, car « *les relations avec les riverains, c'est maintenir le lien de proximité, on va les voir régulièrement* » (Directeur centre de traitement, 2015). D'autre part, cette acceptation se traduit par des échanges plus fréquents plus ou moins positifs : « *La proximité c'est à 150 mètres, ce sont nos voisins. Dès qu'il y a une mauvaise odeur, ils sont à la porte, ou pire à la mairie. La préfecture a mis en place un jury de nez et une réunion publique tous les 3 mois. Les relations s'améliorent dès que les nuisances sont finies, enfin ça prend du temps.* » (Responsable centre de traitement, 2015).

Enfin, certaines sociétés n'hésitent pas à co-construire des activités avec leurs riverains en subventionnant des associations environnementales locales pour le suivi des impacts industriels. Cela s'exprime par « *une grande proximité avec les riverains en intégrant leurs compétences* » (Responsable centre traitement, 2014). Malgré ces dispositifs, il existe toujours de nombreux freins sociaux à l'implantation de sites de traitement à proximité des habitations. Même si certains modèles économiques imposent des distances faibles entre installations et centres urbains comme pour les déchets du BTP par exemple, il y a « *souvent des conflits avec les aménageurs et les élus qui souhaiteraient éloigner ces activités des centres urbains* » (Ingénieur centre de recyclage de déchets du BTP, 2014).

➤ **Les réseaux humains : quand la proximité fait business**

La proximité s'exprime aussi par les interconnaissances entre professionnels des déchets. Les échanges et les partenariats sont ainsi facilités par le mouvement d'un collaborateur d'une société à une autre : « *j'ai travaillé 11 ans chez X avant d'être responsable d'agences chez Y. Et mon principal client aval est X. Mes collectivités clientes chez X sont devenues mes clients chez Y* » (Responsable centre de recyclage, 2015). Quoique dans une situation de concurrence souvent forte, les acteurs du déchet se connaissent à l'échelle d'un territoire : « *Avec certains concurrents, on fonctionne à la complémentarité, à l'échange* » (Responsable centre de recyclage, 2015). Les réseaux sociaux et professionnels structurent ainsi une proximité entre individus et entre institutions : « *le monde est petit, tout le monde se connaît, ou au moins apprend à se connaître par un tiers, ou par le parcours professionnel* » (Responsable centre de traitement, 2015). Certains réseaux *ad hoc* comme les réseaux d'entreprise, d'éco-activités ou d'écologie industrielle favorisent ce rapprochement. Les processus communs tels que la construction de documents de planification territoriale invite également à cette interconnaissance.

Cette proximité entre professionnels permet d'être plus réactifs sur les marchés, d'échanger des bonnes pratiques et de mutualiser des moyens. Sur le long terme, elle favorise également les relations de confiance et le développement d'activités innovantes. Le lien de confiance entre partenaires et clients est souvent mis en avant par les entreprises. Bâtir cette confiance semble être aussi important que d'être compétitifs sur les coûts de traitement. Ainsi, les nouvelles perspectives commerciales de l'économie circulaires seraient « *du business écologique et économique, lié à la confiance entre clients plutôt que des relations sur le coût* » (Responsable centre de traitement, 2015). Il faut dès lors « *entretenir surtout un lien important avec les partenaires [...] sur un maillon de la chaîne ou un autre* » (Responsable centre de traitement, 2014). Cette relation de confiance se construit également sur des valeurs de proximité avec les partenaires, car certaines sociétés se revendiquent comme « *une entreprise familiale et dont la richesse est située dans la proximité avec nos clients.* » (Responsable entreprise de collecte des déchets, 2015). Si l'encadrement strict des marchés publics a largement assaini ce genre de relation entre prestataires et commanditaires, le lien humain reste un facteur important de collaboration.

➤ **La proximité comme une contrainte**

Il existe de nombreux freins au développement d'une économie circulaire de proximité. Malgré les contraintes économiques et environnementales du transport des déchets, les entreprises s'en affranchissent facilement lorsque les flux sont massifiés et à haute valeur ajoutée. Les entreprises connaissent bien ce paradoxe : « *La proximité est indispensable pour toute typologie de déchets. Ensuite, plus on trie, moins elle est importante* » (Responsable centre de

traitement, 2014). Cette massification des flux conduit aussi à un mouvement de concentration de sociétés pour augmenter leur capacité d'investissement au détriment des « *petits acteurs locaux [...] qui ont développé des savoir-faire locaux* » (Responsable centre de traitement, 2014).

D'autre part, les longues distances à parcourir ne sont pas systématiquement synonymes de charges onéreuses et les entreprises trouvent des stratégies pour baisser ces coûts, comme la « *reverse supply chain (logistique inverse) [...] qui permet un fret de retour pour avoir la capacité de reprendre un déchet localement [...] pour diviser le coût de transport par deux* » (Responsable centre de recyclage, 2014). Enfin, toutes les sociétés ne militent pas pour une proximité du traitement, notamment les groupes qui possèdent des installations spécifiques : « *la gestion de proximité n'est pas toujours acceptable économiquement [...] et il ne faut pas entraver la libre circulation des marchandises* » (Directeur de la FNADE, 2014). Le marché reprend ses droits lorsqu'il s'agit de rentabilité économique et rachat des matières de récupération.

➤ **Bilan des typologies de proximité**

Les premières idées évoquées dans la section suivante permettent de structurer plusieurs registres de proximité en fonction des acteurs, des déchets et des territoires. Certains auteurs ont déjà réfléchi à cette question des registres de proximité en étudiant la façon plus ou moins conflictuelle dont les centres de gestion des déchets sont implantés sur le territoire (Cirelli et Maccaglia, 2015). L'approche proposée ici reprend cette idée d'une typologie des registres de proximité, mais en les appliquant à une entrée différente qui est celle des flux de déchets et celle de la prise en compte du principe de proximité tel que défini dans la législation française et européenne. Cinq registres ont ainsi été identifiés (cf. figure ci-dessous).

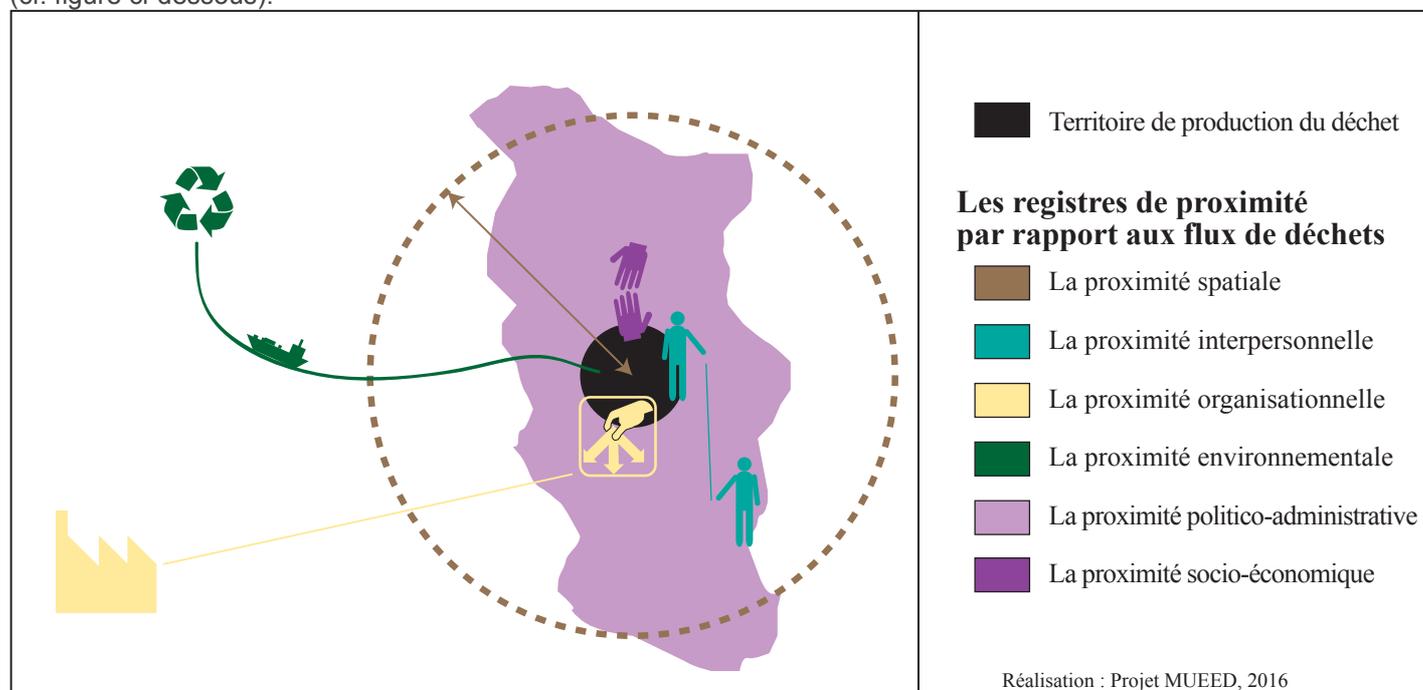


Schéma n°11. Les registres de proximité par rapport aux flux de déchets

- **La proximité spatiale.** La proximité spatiale est mesurable et spatialisable. Elle répond à la méthodologie initialement construite dans ce projet, c'est à dire identifier le parcours des flux de déchets et en mesurer la distance. Il est alors, dans l'absolu, possible de définir un kilométrage précis parcouru par chaque type de déchets à partir de son lieu de production, pour estimer qu'ils sont gérés dans une proximité définie.
- **La proximité interpersonnelle.** La proximité interpersonnelle correspond aux interrelations humaines évoquées précédemment. Quoique n'ayant pas officiellement sa place dans les marchés publics et les appels d'offres de gestion des déchets (afin d'éviter tout risque de corruption ou de malversation), elle tient toujours une certaine place dans la gestion des déchets.
- **La proximité organisationnelle.** La proximité organisationnelle est cette fois-ci liée à la structuration des filières industrielles et entrepreneuriales. Les centres de tri d'un grand groupe agissant sur l'ensemble de la chaîne de traitement des déchets vont généralement privilégier les entreprises de recyclage ou les centres d'enfouissement du même groupe ou d'entreprises avec lesquelles il existe un partenariat stratégique. Il s'agit d'une logique

économique. Cette proximité organisationnelle peut également être structurée par une filière industrielle spécifique, pour certains types de déchets ou de matériaux particuliers, qui nécessiteraient forcément d'envoyer les déchets vers tel centre de démantèlement ou telle industrie de recyclage. On peut alors retrouver certaines interactions avec la proximité sociale, alors que la proximité organisationnelle peut se jouer à des échelles très différentes de la proximité spatiale.

- **La proximité environnementale.** La proximité environnementale est davantage basée sur l'optimisation des transports et du traitement final, en lien avec les bilans carbone. Les analyses réalisées dans la partie sur l'empreinte environnementale des villes étudiées montre que, contrairement à ce qui était imaginé au départ, il n'y a pas de lien systématique entre la proximité environnementale et la proximité spatiale. En effet, certains déchets peuvent parcourir plusieurs milliers de kilomètres pour au final être valorisé par une technologie qui permet de réduire l'impact environnemental global du matériau (par rapport à une extraction de matière première dans le milieu naturel). Au contraire, pour d'autres types de déchets la proximité environnementale impose la proximité spatiale. Il faut dans tous les cas bien avoir en tête cette différence.
- **La proximité politico-administrative.** Enfin, la proximité politique reprend la façon dont les acteurs publics s'emparent de cet enjeu, au titre du développement socio-économique et de la prise en compte des intérêts citoyens locaux. Cette proximité politique n'est pas forcément en lien avec les autres proximités évoquées précédemment. Elle a pourtant son importance. D'une part, puisqu'elle est portée par des acteurs ayant un certain poids dans la définition des politiques locales de gestion des déchets. D'autre part, car elle se veut porteuse d'une opinion publique démocratique. Celle-ci est primordiale afin que la communauté s'empare des enjeux relatifs aux déchets et afin que l'ensemble des éléments relatifs à une transition socio-écologique concertée (ici concernant l'économie circulaire) puissent être vécus comme un projet collectif dynamisant une population souvent enfermée dans la morosité. La proximité politique permet une meilleure acceptation des infrastructures nécessaires pour gérer les déchets. Elle permet également d'aller vers une meilleure valorisation des déchets (notamment à travers le tri), mais surtout une meilleure réduction. L'ensemble des actions locales à mener ne peuvent se faire que sous le contrôle et l'impulsion citoyenne d'une chaîne des déchets relativement connue, maîtrisée, et donc à une échelle qui permet la transparence. Cette proximité politique est également utile pour mettre en avant la dynamisation économique (création d'emplois notamment) permise par le secteur de l'économie circulaire.
- **La proximité socio-économique.** Ce dernier registre de proximité vise à mettre en avant la stimulation du tissu socio-économique local grâce au travail des déchets. Qu'il s'agisse de collecte, de tri, de valorisation et même de prévention, les déchets permettent le développement d'une « économie circulaire » locale. Elle amène par exemple les producteurs de déchets (collectivités, mais aussi certaines entreprises) à chercher à mettre en avant une structure de l'économie sociale et solidaire connue et ancrée localement, et non pas une grande entreprise perçue comme éloignée du territoire. L'enjeu est la création locale d'emploi.

5.2.2. Quelle échelle pour l'action publique (planification et gestion) ?

Les principaux outils qui visent à maîtriser spatialement les flux de déchets sont les plans territoriaux de gestion et de prévention. Jusqu'à présent ces plans sont établis pour l'essentiel à l'échelle départementale : le Plan Départemental de Prévention et de Gestion des Déchets Non Dangereux (PPG-DND qui a remplacé en 2010 le Plan Départemental d'Élimination des Déchets Ménagers et Assimilés PEDMA) ou le Plan Départemental de Prévention et de gestion des déchets du BTP (PPG-BTP), exception faite de l'Île-de-France qui réalise depuis le départ ces plans à l'échelle régionale du fait du caractère d'aire urbaine de ce territoire. La planification des déchets dangereux est réalisée quant à elle à l'échelle régionale : Plan Régional d'Élimination des Déchets Dangereux (PREDD). Le département a donc pendant longtemps été considéré comme l'échelle pertinente de mise en œuvre du principe de proximité, puisque ces plans prévoyaient une adéquation entre les capacités de traitement des différents types de déchets et la production estimée du territoire.

Pour autant, les récentes évolutions de structuration territoriale en France avec la création de grandes régions et le renforcement généralisé de leurs prérogatives, remettent en cause cette échelle d'action. C'est le résultat de la loi NOTRE (Nouvelle organisation territoriale de la République), publiée en août 2015. La région est maintenant le territoire qui va se charger de l'ensemble de la planification territoriale. L'objectif est multiple. Il s'agit d'une part de mettre en cohérence les différents documents de planification (économique, énergétique, environnementaux, transport, etc.) en les réalisant à une même échelle et dans un processus concerté. Il s'agit d'autre part, concernant les déchets, de reconnaître que l'échelle départementale n'était plus adaptée à la diversification des filières, à la multiplication des acteurs, à l'agrandissement des aires de chalandises des centres de stockage des déchets et même aux questionnements récurrents autour de la valorisation énergétique. La loi crée donc le Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets (PRPGD) qui remplace l'ensemble des plans précédemment cités et qui s'insère dans le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)

Au-delà de cette évolution réglementaire et de l'échelle choisie comme étant la plus pertinente, nous allons nous interroger sur la façon dont les acteurs des déchets perçoivent et vivent cette réglementation. Nous verrons ainsi qu'elle est à la fois source de contrainte, sans que pour autant son action n'ait un impact très fort sur la gestion des déchets, contrairement aux choix faits par les collectivités gestionnaires qui ont une influence bien plus poussée.

➤ **Une réglementation contraignante pour une planification « inutile »**

Ainsi l'essentiel des acteurs interrogés perçoit cette planification territoriale comme étant « inutile, voire gênante. Les régions s'ignorent et les départements ne sont pas sur les bons périmètres de bassin économique » (Responsable centre de traitement déchets, 2015). Les entreprises en charge des infrastructures de gestion des déchets sont dans l'essentiel des cas favorables à un « principe de réalité » qui voudrait que l'on laisse faire le marché pour avoir des filières qui se mettent en place « naturellement » à l'échelle la plus pertinente. Ils sont d'ailleurs globalement réfractaires à une réglementation très stricte et qui surtout « est en évolution permanente et ne permet pas de programme des investissements sur le long terme » (Directeur centre de traitement, 2015). Certains souhaitent ainsi « abandonner la planification par le haut » pour assurer une meilleure fluidité dans les échanges de déchets.

La pertinence de l'action spatiale de ces plans est également régulièrement remise en cause par les acteurs privés, qui estiment qu'ils s'appuient sur des estimations globalement fausses par manque de méthodologie solide et de base de donnée structurée pour calculer les gisements et les flux. Ainsi les plans « n'empêchent pas les mouvements de déchets » (Responsable centre de traitement, 2015). Les acteurs privés estiment que la seule institution qui a la capacité d'imposer ses choix en terme d'exutoires est celle qui finance le service, c'est à dire les collectivités locales gestionnaires des déchets ménagers et assimilés. Les entreprises productrices de déchets peuvent éventuellement avoir ce rôle concernant leurs propres déchets, individuellement moins nombreux.

La question de l'échelle pertinente revient alors régulièrement. Les bassins de vie, les bassins économiques sont souvent évoqués comme devant être les bonnes échelles de la planification. Pour autant, il reste complexe de définir clairement ces territoires, plus ou moins vastes en fonction du critère intégré. L'enjeu est donc d'avoir un échelon administratif qui se rapproche d'espaces à l'intérieur desquels l'essentiel des flux transite. L'applicabilité des plans est également remise en cause, notamment par les responsables même des institutions départementales (aujourd'hui Conseil Départemental). Ce suivi est réalisé la plupart du temps par de très petites équipes ayant en charge un ensemble vaste de questions environnementales, sans volonté politique affirmée pour les appuyer dans leur action (Responsable déchet au Conseil Général, 2014). De plus, le temps de réalisation et de renouvellement de ces plans étant relativement long, ils n'intègrent pas la diversification des filières qui se développent et les changements d'échelle que cela implique.

➤ **La planification : une organisation à minima des mouvements de déchets**

Une fois les limites évoquées précédemment dépassées, la planification des déchets permet de mettre en œuvre un certain nombre d'objectifs territoriaux, notamment sur l'implantation des centres de traitement des déchets. Elle autorise par exemple la création ou l'agrandissement de nouveaux centres de traitement. Les entreprises participent au processus de construction de ces plans, à travers les syndicats et fédérations professionnels, pour anticiper sur les besoins à venir. Les plans permettent également plus de transparence sur les nouvelles infrastructures créées par les collectivités. Ces prévisions permettent ensuite aux entreprises prestataires de service d'anticiper leur positionnement sur le marché local (Responsable centre de recyclage, 2015). Le nombre de centres d'élimination ou de valorisation est alors contraint par la capacité globale autorisée sur le territoire (actuellement le département, prochainement la région). Celle-ci est fixée en fonction des objectifs nationaux d'une part (pourcentage maximum de déchets enfouis par exemple) et de l'évaluation des gisements locaux (à différencier en fonction des types de déchets).

La planification permet également d'encadrer les mouvements de déchets avec les territoires administratifs voisins : « le plan peut aussi limiter les marchés géographiques, ce qui est très contraignant. Par exemple, notre site est à la croisée de deux départements. On est à 20 km de la Loire-Atlantique, mais à cause du plan on ne peut pas y aller ! » (Directeur centre de traitement, 2015). La logique est similaire, quoique bien moins contraignante entre départements, à la convention de Bâle qui encadre les mouvements de déchets à l'international.

Il reste à estimer l'échelle la plus pertinente pour gérer ces déchets. Si une aire urbaine seule semble clairement insuffisante pour absorber l'ensemble des flux de déchets, un département n'offre guère plus de débouchés. Le transfert de ces compétences à l'échelon régional, échelle qui semble déjà offrir un nombre intéressant d'exutoires, pose pour autant des difficultés humaines. Il faut en effet anticiper sur les personnels disponibles pour assumer ces missions : « normalement la réforme territoriale prévoit que le conseil régional récupère les compétences des conseils généraux. Or, là où ils sont trois ou quatre chargés de mission par département pour répondre à cette question, je suis seule au niveau de la région pour travailler sur la thématique déchets » (Responsable Conseil régional, 2014). Certains responsables estiment d'ailleurs que « le passage des plans à l'échelle régionale ne va rien changer par rapport à la proximité » (Responsable collectivité locale, 2014), puisque les filières sont structurées bien au-delà de toute région administrative pour grand

nombre de déchets. Les cartes réalisées dans les parties précédentes nous indiquent que les $\frac{3}{4}$ des déchets restent gérés à cette échelle régionale. Seuls les déchets à forte valeur ajoutée, certaines filières REP ou les déchets dangereux en sortent : « lorsque l'on est au niveau des matériaux, on est forcément sur des filières à échelle nationale » (Responsable collectivité locale, 2014).

➤ **Le rôle structurant des collectivités gestionnaires de déchets**

Les collectivités locales gestionnaires des déchets (la plupart du temps en intercommunalité – échelon de responsabilité d'ailleurs rendu obligatoire par la loi NOTRE de 2015 pour les déchets) sont les acteurs pointés par l'essentiel des interviewés comme ayant la plus grande marge de manœuvre pour mettre en place le principe de proximité dans la gestion des déchets. C'est notamment le cas des EPCI (Etablissements Publics de Coopération Intercommunale) à fiscalité propre, à savoir les Communautés Urbaines, les Communautés d'Agglomération et les Communautés de Communes, puisqu'elles sont en capacité de lier la gestion des déchets avec l'ensemble des politiques d'aménagement du territoire. Leur représentation territoriale fait qu'elles sont souvent dirigées par des responsables politiques forts et bien identifiés (du moins plus forts que dans le cas des simples syndicats intercommunaux). Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) et les Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) peuvent être l'occasion de réfléchir aux lieux d'implantation des centres de traitement des déchets (Directeur centre de traitement, 2015), voire même aux synergies imaginables entre industries (voir la partie sur l'écologie industrielle et territoriale).

En recentrant le focus sur l'objet déchet, on note également que les collectivités peuvent parfois faire des choix forts afin de maîtriser l'ensemble des outils permettant de gérer leurs déchets et ainsi avoir une réelle politique localiste : « la collectivité a, dès les années 1970, fait le choix d'avoir des infrastructures, pour maîtriser les exutoires. Nous avons souhaité avoir un centre de tri géré localement, afin d'avoir une maîtrise des filières. Ce fut la même chose pour la plateforme de mâchefer ou de compostage » (Responsable collectivité locale, 2014).

Cette marge de manœuvre est bien mise en avant par les entreprises prestataires qui estiment que « nous n'avons aucune marge de manœuvre sur les flux de déchets, puisqu'on répond aux appels d'offre des collectivités et donc on répond simplement à leur demande » (Responsable entreprise de collecte des déchets, 2015). Les collectivités gestionnaire sont alors perçues comme étant les seules à pouvoir imposer leur choix (malgré certaines contraintes qui seront évoquées ensuite). Un responsable de centre de tri note que « une fois triés au centre de tri, les déchets appartiennent toujours aux collectivités. Ce sont donc elles qui sont maître de structurer leurs filières. Soit elle peuvent suivre les préconisations des éco-organismes, soit revendre leur déchets indépendamment à des repreneurs ». (Responsable de centre de tri, 2014). Au-delà de l'habitude classique de chaque acteur de se dédouaner sur le voisin, on note ici l'apparition d'un nouvel acteur ayant également un rôle potentiellement important : les éco-organismes. Cet élément sera détaillé par la suite.

➤ **La contrainte des marchés publics pour amener une dimension locale**

Si les collectivités locales sont pointées comme en capacité d'agir pour inciter à la gestion locale des déchets, elles sont également soumises à un certain nombre de contraintes. La principale est le fait que le code des marchés public interdit de mentionner explicitement la distance dans les critères de choix de l'entreprise. L'objectif est d'éviter tout clientélisme local et de favoriser la libre concurrence. Si cet argument revêt sa propre logique, il est aujourd'hui grandement remis en cause par les acteurs publics du déchet qui cherchent à éviter la fuite d'une ressource (la matière de récupération) et à stimuler la création d'emplois locaux. Ces arguments viennent s'appuyer sur les enjeux environnementaux qui misent également sur la proximité. Les entreprises prestataires n'ont donc pas la possibilité de recevoir des consignes concernant les dimensions spatiales dans les appels d'offres auxquels elles répondent. « Le PEDMA interdit la sortie des déchets du territoire. Sauf qu'il est impossible de mettre en œuvre ce principe dans les marchés publics. Il est donc impossible à gérer à l'échelle départementale. Or on n'a pas le droit de parler de distance. Il faut donc jouer avec la réglementation et ajouter des contraintes techniques qui reviennent à limiter la distance parcourue. » (Responsable collectivité locale, 2014).

Pour essayer de dépasser cette difficulté, les collectivités locales mettent en place des stratégies de contournement. L'introduction de critères de bilan carbone est ainsi régulièrement utilisée pour tenter de limiter les distances parcourues (avec les limites mises en évidence dans les parties précédentes de relative faiblesse du transport par rapport aux émissions évitées par certains modes de traitement). Il est également possible de placer d'autres critères techniques venant contraindre l'utilisation d'installations trop lointaines : « on peut également insérer dans le cahier des contraintes techniques : le fait que les véhicules de collecte ne peuvent pas vider au-delà de 15 km car ce type de véhicules n'est pas fait pour rouler sur une voie rapide mais plutôt à 30km/h en milieu urbain. On impose donc qu'il y ait au moins un lieu de déchargement des véhicules de collecte qui soit à moins de 15 km du bassin du territoire » (Responsable service déchets collectivité, 2014). Une autre façon d'insérer plus facilement des clauses sociales et environnementales est de fractionner une prestation en plusieurs lots (malgré une jurisprudence assez vigilante sur cet aspect) : « faire des lots de

tailles raisonnables, c'est aussi une façon d'encourager les PME à répondre au marché [...] et de promouvoir par l'intermédiaire de ces petites structures l'économie sociale et solidaire [...] C'est notre stratégie. On segmente à la fois par type d'opération et à l'intérieur des opérations » (Responsable collectivité locale, 2014). Il reste à imaginer la création de labels, qui eux pourraient être considérés dans les marchés publics, et qui chercheraient à avoir une vision sur cette dimension spatiale de la gestion des déchets. C'est par exemple le cas du label Weeelabex pour les DEEE (Dirigeant d'entreprise prestataire).

5.2.3. Perspectives et évolutions territoriales des filières de déchets

Le principe de proximité ne semble ni faire l'unanimité parmi les acteurs de la gestion des déchets, ni être aisé à mettre en œuvre. Au-delà de son obligation légale (même si mal définie), elle revêt tout de même un certain nombre d'intérêts. Des intérêts clairement environnementaux pour certains types de déchets (souvent déjà gérés localement), mais aussi des intérêts de structuration économique d'une économie circulaire qui ne prend pas la même ampleur si on la considère à une autre échelle que celle du local (sans pour autant que ce « local » soit délimité et sans non plus que cette vision soit exclusive selon les types de déchets). Par ailleurs, la proximité a l'intérêt d'offrir une plus grande transparence dans les flux de déchets et ainsi d'offrir un choix clair pour les acteurs publics, privés, ainsi que pour les citoyens. Or cette maîtrise de l'action collective fait partie des fondements de la mise en place d'une transition socio-écologique vers un développement plus durable (Hopkins, 2014).

Plusieurs éléments ressortent alors des données mobilisées dans ce projet de recherche (quantitatives et qualitatives) afin d'aller d'intégrer la dimension « de proximité » dans la mise en œuvre de l'économie circulaire. La structuration et la meilleure connaissance des flux doivent permettre de les gérer au plus proche de leur production et des besoins en matière de récupération ou en énergie. Cette gestion locale doit également stimuler des innovations technologiques décentralisées, mais également des innovations sociales et territoriales. Les réflexions autour de l'échelle d'intervention et notamment de l'échelle d'implantation des centres de ces filières sont également importantes. Sans les figer de façon radicale dans ce texte, nous chercherons à mieux comprendre leur complexité. La valeur création d'emploi non délocalisable semble un moteur important qui peut aller bien au-delà de l'économie circulaire pour intégrer l'idée du zéro déchet (cherchant à réduire la quantité de déchets produits). Enfin, il nous semble important de revenir sur un acteur qui discrètement prend un poids de plus en plus important dans la structuration des filières, sans pour autant avoir de vision claire sur sa politique territoriale : les éco-organismes.

➤ **La nécessaire structuration des filières : généraliser l'écologie industrielle et territoriale**

La nécessaire structuration des filières

La structuration de nouvelles filières et de synergies industrielles passe par le développement de l'interconnaissance entre les acteurs. Pour endiguer ce manque de relations interprofessionnelles, les opérateurs évoquent notamment « un besoin de plateforme pour partager les pratiques [...] de synergies clients-fournisseurs, pour faire un cercle vertueux qui lie social et local » (Responsable centre de tri/reconditionnement, 2015). Ainsi, il existe quelques dispositifs qui ont pour vocation de permettre des échanges entre acteurs qui n'ont pas l'habitude de se rencontrer, comme « le comité stratégique des éco-industries (COSEI) c'est bien car cela permet de mettre tout le monde autour de la table, notamment tous les opérateurs de déchets, mais surtout le ministère de l'environnement en face du ministère de l'industrie » (Responsable centre de traitement, 2015).

Les observatoires de déchets pourraient également endosser ce rôle, notamment dans l'identification des données de flux et de gisements disponibles : « l'objectif est d'améliorer ces collectes de données et d'élargir au-delà des DMA. L'objectif est de régionaliser, avoir une démarche beaucoup plus régionale. Cela sert à constater les évolutions et de mettre en évidence les gisements, les filières sur lesquelles les politiques publiques doivent travailler » (Ingénieur ADEME, 2014). Le rôle des observatoires aurait ainsi pour perspective d'étendre ces compétences au-delà des déchets municipaux (sur lesquelles les données sont disponibles) pour embrasser la totalité des catégories de déchets des activités économiques. Certains acteurs tentent de « faire connaître [...] et donner des idées à d'autres. » (Directeur centre de traitement, 2015). Certaines bonnes pratiques, telles que les symbioses industrielles, seraient alors reproductibles sur d'autres territoires. Cette démarche se confronte à la confidentialité industrielle. Elle est assez peu pratiquée dans un milieu historiquement habitué à avoir une mauvaise image de pollueur ne communiquant que peu sur ses actions. Cette position a aujourd'hui largement évolué, pouvant laisser penser au développement de ces échanges d'information et de matières.

Les freins à la structuration des filières

Il existe donc de nombreux freins à la structuration des filières à proximité. Le premier frein concerne le manque de vision intégrée et territoriale des acteurs. Les grands groupes du déchet sont encore trop orientés vers des solutions d'élimination. Lorsqu'ils se positionneront plus systématiquement sur les filières de recyclage, ils auront « davantage une vision territoriale » (Responsable de centre de tri, 2014). De même, les collectivités ne favorisent peut-être pas assez

efficacement la structuration locale des filières. Malgré les discours : « *les élus n'ont pas pris la mesure des choix qu'ils peuvent faire pour développer certaines filières et notamment les filières locales* » (Responsable Conseil Général).

Le deuxième frein avancé par les opérateurs provient de la désindustrialisation de la France et des charges salariales trop importantes « *contrairement à nos voisins européens où l'industrie du recyclage existe et est compétitive, ici les coûts sont trop importants* » (Dirigeant d'entreprise prestataire, 2014). Cette perspective de désindustrialisation n'invite pas à « *attirer des investisseurs si on n'est pas capable de démontrer que la filière est rentable* » (Directeur éco-organisme, 2014). Ce frein s'accompagne d'une logique de spécialisation des territoires, qui a conduit à la disparition de certaines activités : « *Un certain nombre d'activités n'existe plus actuellement en France. Il faut donc aller chercher des techniques à l'étranger* » (Responsable entreprise d'insertion, 2014). Même s'il y a une volonté de réimplantation des industries, le gisement de matières de récupération excède les capacités d'utilisation de ces industries. Par exemple, il y a « *7 millions de tonnes de fibreux collectés en France. Or, on ne peut en recycler que 5 millions* » (Directeur éco-organisme, 2014). La logique de maîtrise complète de la filière est aussi un argument en défaveur des acteurs locaux. Ainsi, certains opérateurs étrangers sont capables d'intégrer toutes les mailles de la chaîne, comme « *une entreprise espagnole assure l'ensemble de la chaîne logistique* » (Responsable d'éco-organisme). Les opérateurs en France doivent diviser la chaîne en plusieurs fragments, ce qui est plus contraignant pour un commanditaire.

Enfin le dernier frein est constitué par le manque d'ambition des politiques territoriales. A l'échelle locale, les communes et intercommunalités ont les compétences pour aménager des zones d'activités qui favorisent les réseaux d'écologie industrielle et territoriale : « *Il faut aussi pour cela de véritables politiques d'urbanisme pour créer des zones éco-industrielles dans les PLU et SCOT. Il faut réserver des endroits pour cela !* » (Directeur centre de traitement, 2015). Le Conseil régional, nouvellement investi de compétences étendues, à l'aide de ses prérogatives dans le développement économique, pourrait « *structurer les filières avec une vraie politique régionale grâce à des moyens financiers, de la simplification administrative* » (Responsable centre de traitement, 2014). Enfin, à l'échelle nationale, les dossiers d'installations classées pour la protection de l'environnement sont très souvent considérés comme décourageant pour les entreprises qui souhaitent s'installer et développer une activité. La période d'élaboration du dossier administratif semble trop longue : « *il existe beaucoup de freins administratifs pour monter un nouveau site ou un nouveau projet, même petit. Il nous faut au moins deux ans, y compris pour de petits outils locaux de proximité* » (Responsable centre de traitement, 2014).

L'écologie industrielle et territoriale comme solution ?

Les opérateurs mettent également en avant le besoin de structurer des réseaux d'écologie industrielle et territoriale. Ces réseaux peuvent avoir plusieurs déclinaisons territoriales selon les points de vue des acteurs. A l'échelle micro-locale, c'est-à-dire à l'échelle du site, il est possible de multiplier les boucles matières et énergie : « *on a quatre boucles d'économie circulaire sur notre site* » (Responsable centre de traitement de déchets dangereux, 2015). A l'échelle de la zone d'activité, il faut avoir une réflexion (et donc une collaboration) entre plusieurs entreprises : « *Il faut construire d'autres réseaux pour permettre le développement de la zone industrielle à partir de notre réseau de chaleur.* ». (Directeur centre de traitement, 2015). Cette réflexion sur les zones d'activité peut être étendue à une échelle intercommunale, notamment à travers les clubs d'entreprise et les clusters : « *Les clusters sont des bons moyens, car ils permettent d'échanger des flux de matière* » (Directeur centre de traitement, 2015). Enfin, à l'échelle régionale, il est possible de réfléchir en fonction de filières spécifiques : « *la seule filière locale que nous essayons d'appuyer, dans une logique qui pourrait s'apparenter à de l'Ecologie Industrielle et Territoriale, c'est le papier* » (Responsable entreprise de collecte des déchets, 2015).

Cette diversité de déclinaisons scalaires de l'écologie industrielle et territoriale montre les multiples appropriations du concept. Ces appropriations dépendent grandement de la problématique initiale : l'optimisation d'un site, la gestion d'un réseau urbain, la structuration d'une filière ou d'un secteur d'activité. Un dernier exemple est celui de la fédération des entreprises du recyclage FEDEREC, qui a renommé sa stratégie de communication « *une écologie industrielle, le recyclage* »⁴⁴. Ainsi, cette fédération regroupe des entreprises sur le territoire national, ce qui est une autre application géographique de la notion.

➤ **La création d'emploi non délocalisables comme argument d'une dynamique collective locale**

L'un des arguments mis en avant régulièrement pour aller vers une économie circulaire de proximité est le potentiel économique que représentent les déchets au niveau du territoire. Travailler sur les déchets n'est alors plus perçu comme une contrainte réglementaire et environnementale de la part des acteurs impliqués, mais comme un moteur de développement économique. La valorisation des matières de récupération peut dynamiser l'industrie locale du recyclage ; le démantèlement peut stimuler les entreprises de l'économie sociale et solidaire ; les activités de prévention peuvent créer de l'activité pour les artisans du territoire ; la nécessité d'une gestion micro-locale comme le compostage ou l'économie du partage peut même revaloriser des métiers disparus comme celui de gardien. Il existe

⁴⁴ Disponible sur < <http://www.federec.org/> >

ainsi un potentiel de plusieurs milliers d'emplois créés annuellement dans le domaine (ADEME, 2015) : « *la proximité est créatrice d'emploi, notamment au niveau de la valorisation. Aujourd'hui, on se tourne très facilement vers l'enfouissement et je trouve cela dommage qu'on ne génère pas de l'emploi en ouvrant des installations de tri d'encombrants et de broyage de plastique d'encombrants ou bien encore d'unité de création de CSR. Je trouve qu'on n'exploite pas assez le gisement déchets. La proximité, c'est vider au sol rapidement, trier, créer de l'emploi local et ne pas envoyer les déchets en Chine* » (Responsable centre de recyclage, 2015).

La citation précédente montre que, parmi les industriels du déchet, certains misent sur le potentiel de création d'emploi dans les centres de tri. On retrouve alors une contradiction classique dans la vision de l'industrie du recyclage, à savoir faut-il aller vers des centres technologisés qui limitent la création d'emploi, ou au contraire valoriser les « basses technologies » (*l'âge des Low-tech*, BIHOUIX, 2014) s'appuyant sur le savoir faire humain et la montée en compétences de personnes qualifiées ? D'autres responsables ont une vision plus centrée sur les capacités de recyclage que sur la création d'emploi : « *pour moi un centre de tri n'est pas là pour créer de l'emploi. Les politiques confondent parfois les objectifs. Il doit être le plus mécanisé possible car sinon il s'agit d'emplois déclassés que personne n'a envie de faire* » (Responsable centre de tri, 2014).

L'intégration locale du centre de tri, son acceptation sociale par les riverains, son soutien politique, dépendent souvent de la responsabilité sociale et environnementale de l'entreprise. Un centre de tri d'une entreprise d'insertion bénéficiera ainsi de soutiens particuliers, même si sa pertinence est parfois questionnée par rapport aux contraintes budgétaires : « *la proximité est très importante, car la base même de notre discours est l'aspect local pour l'embauche* » (Responsable entreprise d'insertion, 2014). Le rôle des responsables politiques est alors central pour tenter d'aller vers cette économie circulaire de proximité : « *nous avons une volonté politique de gérer les déchets le plus possible au local, pour créer des emplois sur le territoire. C'est une volonté des élus, mais aussi des techniciens* » (Responsable collectivité locale, 2014).

L'enjeu est alors de « se battre au quotidien avec deux contradictions politiques locales : d'une part faire des économies dans le fonctionnement des services, d'autre part créer des emplois localement » (Responsable collectivité locale, 2014). La rentabilité économique des centres est alors au cœur de leur implantation : « *la proximité donne de l'importance à la question de la réinsertion : volonté de créer de l'activité au niveau local. Cependant, cela pose quand même la question du financement de ces emplois qui sont souvent des contrats aidés. D'où la volonté de re-crée des activités industrielle en France* » (Responsable entreprise d'insertion, 2014). Il est donc important de réfléchir à la structuration de vraies filières de recyclage des déchets qui ne soient pas que le fruit d'une économie aidée, mais d'une réelle économie de marché concurrentielle. Le fait de travailler avec des structures de l'économie sociale et solidaire n'est mobilisé que « *lorsque cela s'avère justifié au niveau des coûts et des techniques proposés.* » (Responsable syndicat de gestion des déchets, 2014).

Il est également important de sortir du cadre de la valorisation et de l'emploi déqualifié, pour réfléchir à une véritable économie circulaire, locale, qui, en revoyant en profondeur nos modes de production et de consommation, revaloriserait et créerait une activité dense liant le producteur, le consommateur et l'ensemble des métiers intermédiaires, depuis la distribution jusqu'à la réparation.

➤ **Quelle échelle pour les centres de tri ? Réflexion sur les échelles de la proximité**

Pour se recentrer sur un enjeu de cours terme, les réflexions précédentes sur l'emploi amènent à réfléchir aux échelles d'implantation des centres de tri. Ces équipements, accompagnés des centres de démantèlement et de réutilisation, sont les principaux créateurs d'emploi dans le domaine de la valorisation des déchets – pour avoir une vision plus complète, il est primordial d'intégrer la prévention qui invite à intervenir sur l'ensemble de nos processus productifs et de consommation. L'échelle d'implantation de ces centres est donc essentielle. Il faut y ajouter l'échelle à laquelle se réalise la collecte des déchets car celle-ci est également vectrice de dynamisation du territoire, notamment dans l'optique de mise en place de filières de plus en plus diversifiées.

On observe donc une première opposition entre des activités plutôt réalisées à proximité, quand d'autre nécessitent des économies d'échelle importantes : « *la prévention et l'économie de fonctionnalité se font à proximité. Pas le traitement des déchets qui doit, pour être rentable, gérer de gros volumes* » (Responsable entreprise prestataire, 2014). Pour assurer une collecte de l'ensemble du territoire malgré l'implantation de centres de tri à une échelle plus large (plus lointaine), il est parfois nécessaire de passer par des centres de regroupement pour les déchets dont les gisements ne sont pas suffisamment importants : « *Il existe généralement un prestataire par département pour la collecte des piles et le stockage avant envoi dans un centre de tri* » (Responsable d'éco-organisme). Les déchetteries peuvent dans certains cas constituer ces points de regroupement, avec ici un rôle d'aménagement du territoire et de proximité au producteur du déchet (Responsable Conseil Départemental).

Une fois ces différentes pistes concernant la collecte envisagées, il est important de préciser la vision des acteurs interviewés concernant l'échelle d'implantation des centres de tri. Celle-ci dépendra évidemment des types de déchets : « *les filières sur lesquelles on peut agir dans une certaine proximité sont les déchets ultimes, les DEEE, les ferrailles, les déchets*

verts ». (Responsable collectivité locale, 2014). Elle dépendra également de la structuration de la filière et notamment de l'intervention possible des éco-organismes : « souvent les filières REP viennent casser les partenariats locaux. C'est le cas des papiers ou des DEEE qui avant étaient gérés localement. Sur les déchets de la construction, on peut encore agir localement car nous sommes en dehors des filières REP » (Responsable collectivité locale, 2014).

Les instances nationales préconisent alors d'étendre les aires de chalandises des centres de tri et donc de diminuer leur nombre sur le territoire. L'objectif est d'atteindre une population de 500 000 à 1 million d'habitants pour chaque centre de tri des Déchets Ménagers et Assimilés (ADEME, 2014). Ceci n'est pas sans poser de difficultés quant à la volonté d'organiser une concurrence entre prestataires sur le territoire : « on va vers des centres de tri de plus en plus grands, donc on va se retrouver face à un problème de concurrence sur le territoire, face à des centres de tri gérés de façon monopolistique, sur un territoire, par une entreprise. Cela va imposer le retour des collectivités dans le jeu, de façon à définir plus en détail les règles et à intervenir davantage dans le portage des infrastructures » (Responsable entreprise prestataire, 2015). Il sera donc important de différencier le service rendu, pour une période de temps donné, avec la propriété de l'infrastructure et son implantation sur le territoire. Les déchets pourraient ainsi se rapprocher des modes de fonctionnement relatifs à l'eau et à l'assainissement. Ces derniers sont extrêmement liés aux infrastructures physiques, alors que les déchets, moins dépendants de réseaux souterrains, bénéficient jusqu'à présent d'une souplesse un peu plus grande.

Cette volonté de limiter le nombre de centres de tri répond à des contraintes technologiques, mais également économiques : « la mise en place d'un maillage trop dense de centres de traitement sur le territoire à un coût. Nous faisons donc confiance aux industriels qui répondent aux appels d'offres pour le choix de l'échelle » (Dirigeant Eco-organisme, 2014).

Les acteurs convergent vers l'idée d'une mise en place de centres de tri distincts à deux échelles différentes : « le développement actuel d'un nouveau schéma de centres de tri, dans le cadre des extensions des consignes de tri, amène un fonctionnement en deux temps : des centres de tri locaux, relativement manuels, qui opèrent un pré-tri et extraient les déchets réutilisables, qui envoient ensuite vers des centres de sur-tri » (Directeur de fédération professionnelle). Cette structuration permet de gérer les différentes contraintes tout en essayant de favoriser la réutilisation, c'est à dire la prévention, avant même d'arriver à l'étape de la valorisation. L'œil humain semble alors le meilleur juge de cette capacité à tirer profit de l'objet et non de la matière. Deux visions extrêmement variées surgissent alors.

- D'une part, les promoteurs de l'action locale montrant que les potentiels d'optimisation de la gestion des déchets se réalisent en « *pensant artisanal avant de penser industriel* » (Responsable collectivité locale, 2014). Si le regroupement et la centralisation des déchets ont certains intérêts en terme de constitution de gros gisements et de potentiel de mise en œuvre de technologie de pointe pour les valoriser, ils ont également leurs limites. On concentre ainsi également les risques et on diminue les caractères individuel du déchet ayant chacun un potentiel de réemploi et de réutilisation distinct. Certains pays du sud sont en cela plus vertueux, puisqu'ils proposent, par nécessité, des filières plus complètes de valorisation locale (Cavé et al., 2014).
- D'autre part, certains acteurs industriels craignent « *que les personnes se saisissent de la question de la territorialité avant celle de l'économie circulaire. Un centre de tri local n'est pas de l'économie circulaire. C'est une aberration de faire trier localement des flux de déchets mélangés alors qu'on aurait pu les trier de façon industrielle, puis ensuite les envoyer vers des papetiers situés à proximité de demandes en papier.* » (Directeur d'éco-organisme, 2014)

Ces deux acceptions de l'échelle à laquelle les centres de gestion des déchets doivent être implantés se retrouvent dans les hésitations réglementaires et organisationnelles. En effet, « dans les documents de planification et dans la législation, l'Etat pousse les collectivités à gérer les déchets à proximité de leurs lieux de production. Mais en parallèle, à travers les éco-organismes habilités par ce même Etat, la mise en place de moyens de tri de plus en plus fin est demandée aux collectivités. Or, ces deux orientations paraissent difficilement compatibles (du moins financièrement). On ne peut pas investir dans des centres de tri hyper performants pour des quantités de déchets limités. » (Responsable de collectivité locale, 2014). Ce même responsable indique qu'en 2010, lors de l'étude de faisabilité pour la construction d'un centre de tri, l'ADEME comme Éco-emballages étaient favorables à la construction d'un petit centre de proximité. En 2014, le syndicat de gestion se voit reprocher par ces mêmes acteurs ce choix estimant que le centre est trop petit pour être pertinent économiquement. Ils sont donc invités aujourd'hui à aller chercher des déchets à l'extérieur de leur territoire pour faire tourner leur infrastructure, faisant ainsi fluctuer la vision de l'échelle de la proximité proposée pour leur territoire.

➤ **Les éco-organismes : une stratégie territoriale à construire**

On l'a vu dans la section précédente sur la REP, le rôle prépondérant des éco-organismes dans l'organisation des filières est très mal accepté par les entreprises et les collectivités. Elles décrivent la stratégie des éco-organismes qui visent le prix et l'image avant tout. En ce qui concerne l'aval des filières, c'est-à-dire ce qu'il advient des matières triées, les collectivités critiquent le manque de transparence et de coordination avec les éco-organismes. Elles se plaignent du

processus de choix des prestataires de deuxième niveau (après le premier tri et regroupement) : « *La collectivité n'a pas vraiment la main sur le choix des filières, il n'y a pas vraiment de mise en concurrence* » (Responsable service déchets collectivité, 2014), et « *les seules filières sur lesquelles n'avons aucune prise sont les REP. Lorsqu'Eco-emballages récupère les déchets, nous ne maîtrisons pas la filière* » (Responsable collectivité locale, 2014). Cependant, tous les éco-organismes ne fonctionnent pas de la même manière concernant la maîtrise de la filière aval. Certains s'en occupent peu car « *une fois que le déchet a été récupéré et trié, c'est l'entreprise qui organise la filière* » (Dirigeant Eco-organisme, 2014). Cela concerne plutôt les petits éco-organismes, alors que les grands éco-organismes développent leurs compétences sur le négoce des matières de récupération, en passant progressivement d'un « *rôle de préconisation [au] droit de regard sur la revente des matériaux* » (Dirigeant d'entreprise prestataire de gestion des DEEE, 2014).

D'autre part, la logique de territorialisation des gisements de déchets est réalisée par les éco-organismes selon des critères économiques et de performances des opérateurs de traitement. Ainsi, certains éco-organismes font des appels d'offre nationaux « *tout en divisant le territoire en lots [...] sur des critères économique et de pertinence de la filière de traitement* » (Dirigeant Eco-organisme, 2014). L'absence de vision territoriale des éco-organismes est ainsi souvent décriée dans les entretiens avec les collectivités. Comme pour les entreprises de traitement, le contre-argument des spécificités techniques est également mobilisé par les éco-organismes pour expliquer l'insuffisance de perspective territoriale : « *Des réflexions territoriales peuvent être menées sur le début de la filière pour les fractions importantes. Mais ensuite, on tombe sur des fractions beaucoup trop fines pour cela* » (Dirigeant Eco-organisme, 2014). De même, l'exigence de rentabilité économique est dressée face à la relocalisation des activités, car « *il faut que ce soit rentable pour leurs adhérents. Par exemple si c'est plus rentable d'envoyer à l'étranger. Ils le font* ». (Dirigeant d'entreprise prestataire de gestion des DEEE, 2014).

L'injonction à la proximité géographique pose des difficultés d'application aux éco-organismes et au ministère qui leur fournit leurs agréments. D'une part, elle est souvent antinomique des exigences libérales des marchés : « *Soit on est interventionniste et on dit on fait de la proximité. Soit on laisse le marché faire* » (Dirigeant Eco-organisme, 2014). Ainsi, les éco-organismes comme les entreprises de traitement alertent souvent le ministère quant aux dérives du protectionnisme et de l'interventionnisme d'Etat. Cette devise est à l'opposé de l'adage « *vendre au plus offrant* » en laissant le marché dicter les cours des matières de récupération. Depuis le début du 20^{ème} siècle, le syndicat des entreprises de recyclage s'est battu contre le protectionnisme d'Etat afin de mieux vendre les matières de récupération. C'est toujours le cas actuellement, car « *l'autorité de la concurrence est intervenue suite à une saisine des récupérateurs [...] pour empêcher une forme de recyclage de proximité pour le papier* » (Directeur d'éco-organisme, 2014). Malgré les précautions employées pour cette préconisation, le manque de « *volonté politique forte* » (Directeur d'éco-organisme, 2014) du ministère n'a pas permis d'appliquer cette proximité géographique du recyclage.

CONCLUSION

Le projet MUEED permet d'analyser l'implication des acteurs dans la gestion territoriale des déchets et leur perception du principe de proximité. Un certain nombre d'éléments structurants ressortent alors de ces observations.

➤ *Les registres de la proximité par rapport aux flux de déchets*

Tout d'abord, il existe plusieurs registres de proximité en fonction des acteurs et des territoires. La proximité peut être considérée comme relative à des flux et à des distances. Elle est alors mesurable et spatialisable. Elle peut également l'être par rapport aux réseaux socio-professionnels existants. On parle alors de proximité sociale, qui n'a officiellement pas sa place dans les marchés de gestion des déchets, mais qui tient toujours un rôle important. On retrouve également une proximité organisationnelle liée à la structuration des filières, des partenariats stratégiques entre entreprises, entre acteurs professionnels. Cette proximité organisationnelle recoupe alors certaines logiques de la proximité spatiale et de la proximité sociale. La proximité environnementale est davantage basée sur l'optimisation des transports, en lien avec les bilans carbone. Les chapitre 3 et 4 ont alors démontré qu'il n'y a pas systématiquement de lien entre la proximité environnementale et la proximité spatiale. Enfin, la proximité politique reprend la façon dont les acteurs publics s'emparent de cet enjeu, au titre du développement et de la prise en compte des intérêts citoyens locaux.

➤ *Les paradoxes et contradictions de l'économie circulaire de proximité*

L'économie circulaire fait consensus parmi l'ensemble des acteurs du déchet, qu'ils soient publics ou privés, qu'ils soient à but lucratif ou associatif, en faveur de la protection de l'environnement ou du développement du business vert. Pourtant ses modalités d'application ne sont pas si évidentes. La question de l'éventuelle proximité de cette économie circulaire pose ainsi un certain nombre de contradictions et de paradoxes. Il s'agit par exemple du fait que l'essentiel des déchets gérés localement sont ceux qui n'ont aucune valeur ajoutée, qui au contraire représente un coût pour la société. Où sont les ressources promises pour le développement local du territoire ? Comment allier la proximité avec les gisements locaux pour la collecte d'une part et la proximité avec les exutoires locaux pour la production d'autre part ? Comment mettre en cohérence des marchés mondiaux de matières premières avec des cadre de l'action publique essentiellement locaux (au maximum nationaux ou européens) ? Est-il toujours possible de poser également un principe de proximité alors que les injonctions administratives continuent à promouvoir les économies d'échelle et la spécification industrialo-technologique ? N'y a-t-il pas possibilité de tirer profit de ces innovations technologiques de façon plus décentralisée et tout autant qualifiée ? Comment réussir à structurer des filières alors que tant d'enjeux territoriaux divergent entre les collectivités locales, les éco-organismes, les entreprises (avec toutes leurs nuances d'intérêts), l'économie sociale et solidaire, etc. ?

➤ *Vers la construction d'un modèle d'économie circulaire de proximité : l'écologie artisanale et territoriale*

Le fait de poser l'ensemble des paradoxes présentés dans la section précédente doit nous guider pour la mise en place d'une économie circulaire qui puisse intégrer cette dimension de la proximité. Cela passe notamment par une vision de la transition socio-écologique qui soit centrée sur les capacités d'actions individuelles et collectives, mettant en avant à la fois les innovations technologiques (éventuellement mises en œuvre à des échelles décentralisées) et la capacité de mobilisation et d'implication collective d'une population. L'enjeu est le retour au local de techniques de gestion de la matière et de l'énergie qui puisse permettre d'intégrer les avancées mondiales dans un contexte de changement environnemental globalisé. En cela, il peut sembler pertinent de réfléchir, en parallèle à l'Ecologie Industrielle et Territoriale (EIT) à une vision plus participative de ce concept qui ne limite pas le travail sur les déchets à des spécialistes industriels en capacité de gérer loin des types de déchets très spécifiques (à forte valeur ajoutée ou dangereux). L'enjeu est de ne pas oublier les ¾ des déchets gérés localement avec un faible niveau de valorisation. Des outils à développer comme l'Ecologie Artisanale et Territoriale (EAT) peuvent ainsi offrir une place plus grande à une gestion décentralisée des déchets permettant leur réemploi et leur réutilisation généralisée sur des territoires maîtres de leur consommation et de leur production.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADEME (2011), *Bilan et perspectives des actions d'observation des déchets d'activités économiques (DAE) et analyse des méthodes d'évaluation du gisement des DAE existantes localement*, Angers, Rapport final, www2.ademe.fr/servlet/getBin?name...tomcatlocal1322570944077.pdf, consulté le 16/01/2014, 168 p.
- ADEME (2014), *Étude prospective sur la collecte et le tri des déchets d'emballages et de papier dans le service public de gestion des déchets – Synthèse*, Angers : ADEME 30p.
- ADEME (2015), *Chiffres clés déchets édition 2015*, Angers : ADEME, 4p.
- AISSANI L., BARBIER R., BEUROIS C., MÉRY J. et SCHILIERF K. (2012), *Résultats des inventaires et études de cas de l'utilisation des outils d'évaluation environnementale dans les processus décisionnels en matière de gestion des déchets*, Livrable 1 du projet PRODDEVAL, ADEME, 56 p.
- BACCINI P. and P. H. BRUNNER (1991), *Metabolism of Anthroposphere*. Springer-Verlag
- BAHERS J.-B. (2012), *Dynamiques des filières de récupération-recyclage et écologie territoriale : l'exemple du traitement des déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) en Midi-Pyrénées*, 491 p.
- BAHERS J.-B. (2014), *Métabolisme territorial et filières de récupération-recyclage*, Développement durable et territoires, Appel à communication "Ecologie industrielle et économie de fonctionnalité", p.
- BAHERS J.-B. (2014), *Métabolisme territorial et filières de récupération-recyclage*, Revue Développement Durable et Territoires vol. 5, n°1, « Ecologie industrielle et économie de fonctionnalité » [En ligne]
- BARLES S. (2005), *L'invention des déchets urbains. France : 1790 - 1970*, Seyssel, Champ Vallon, Coll. Milieux, 297 p.
- BARLES S. (2007), *Mesurer la performance écologique des villes et des territoires : Le métabolisme de Paris et de l'Île-de-France*, Paris, Laboratoire théorie des mutations urbaines, Ville de Paris, 98 p.
- BARLES S. (2008), *Comprendre et maîtriser le métabolisme urbain et l'empreinte environnementale des villes*, Responsabilité et environnement, 2008/4, n°42, p. 21-26.
- BARLES S. (2009), *Urban Metabolism of Paris and Its Region*. Journal of Industrial Ecology. 13: 898–913.
- BARLES S. (2010), *Society, energy and materials: the contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues*. Journal of Environmental Planning and Management. 53(4): 439- 455.
- BARLES S. (2014), *L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières, Développement durable et territoires* [En ligne], vol. 5, n°1 | Février 2014.
- BARLES S., DURET B., REPELLIN R. (2014), *Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements*, Guide méthodologique, Rapport du CGDD, 116p.
- BAZIN S., BECKERICH C. et DELAPLACE M. (2009), *Les déterminants de l'émergence de filières productives de déconstruction / recyclage : patrimoines productifs locaux, proximités organisées et/ou proximité géographique*, 6ème Journées de la Proximité. "Le Temps des Débats", 14 au 16 octobre 2009, Poitiers, 14 p.
- BENOIT Julie, SAUREL Grégoire, HALLAIS Sophie (2014), *REPAR (Réemploi comme passerelle entre architecture et industrie)*, Angers : ADEME, 127p.
- BERLIN J., U. SONESSON and A.-M. TILLMAN (2008), *Product Chain Actors' Potential for Greening the Product Life Cycle*. Journal of Industrial Ecology. 12: 95–110.
- BIHOUIX Philippe (2014), *L'âge des low tech – Vers une civilisation techniquement soutenable*, Paris : Édition du Seuil, 330p.
- BINDER C.R. (2007), *From Material Flow Analysis to Material Flow Management*, Journal of Cleaner Production 15 (17): 1596-1604.
- BINDER C.R. (2009), *Fourth intermezzo: Product chain management and social sciences: path dependency. Cultural validity and short and long-term feedback loops*, in Boons. F. and J. Howard-Grenville. The Social Embeddedness of Industrial Ecology. Edward Elgar Publishing.
- BRINGEZU S. and Y. MORIGUCHI (2002), *Material Flow Analysis*. p79-90. in Ayres R. U. and L. W. Ayres. A Handbook of Industrial Ecology. Edward Elgar Publishing Limited.
- BROTO V. C., ALLEN A. et RAPOPORT E. (2012), *Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism*, Journal of Industrial Ecology, vol. 16, p. 851-861.
- BROTO, V. C., A. ALLEN and E. RAPOPORT (2012), *Interdisciplinary Perspectives on Urban Metabolism*. Journal of Industrial Ecology 16(6): 851–861.
- BROWNE D, O'REGAN B, MOLES R (2009), *Assessment of total urban metabolism and metabolic inefficiency in an Irish city-region*, Waste Manag. Oct;29(10):2765-71, 13p.
- BRUNNER H.. (2002), *Beyond materials flow analysis*. Journal of Industrial Ecology 6 (1): 8–10.
- BRUNNER P.H., RECHBERGER H. (2004), *Practical Handbook of Material Flow Analysis*, Boca Raton: Lewis Publishers, 336p.
- BUCLET N. (2012), *Trajectoires institutionnelles et implications citoyennes dans la gestion des déchets ménagers*, in A. LE BOZEC, S. BARLES, N. BUCLET et G. KECK *Que faire des déchets ménagers ?*, Versailles, Editions Quae, p. 61-99.
- CAVÉ Jérémie, DELARUE Jocelyne, DURAND Mathieu, LE BOZEC André (2015), *La valorisation des déchets : un changement de paradigme pour les pays du sud – Revue de la littérature et problématique du projet ORVA2D*, AFD : Paris, 62p.
- CGDD (2012), *Nomenclature uniforme des marchandises pour les statistiques de transport, 2007. NST 2007*, Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques, 14 p.

- CHERUBINI F., et al. (2009), *Life cycle assessment (LCA) of waste management strategies: Landfilling, sorting plant and incineration*, Energy 34 () 2116–2123
- CHOAY F. (1994), *Le règne de l'urbain et la mort de la ville*, dans J. Delthier et A. Guiheux, "La ville, art et architecture en Europe, 1870-1993", Paris : Centre Georges Pompidou, p.26-35.
- CIRELLI Claudia, MACCAGLIA Fabrizio (2015), *Les politiques publiques des déchets à l'épreuve des contextes locaux : la difficile territorialisation de la proximité*, dans DURAND Mathieu, DJELLOULI Yamna, NAOARINE Cyrille, « Gestion des déchets : innovations sociales et territoriales », Rennes : PUR, p.217-228.
- COMMUNAUTE URBAINE DU GRAND LYON (2009), *L'empreinte écologique, ou la mesure de la durabilité écologique*, Agenda 21, 26 p.
- COUTARD O. (2010), *Services urbains : la fin des grands réseaux ?*, dans O. Coutard et J.-P. Lévy *Ecologies urbaines*, Paris, Economica, Coll. Villes, p. 102 - 125.
- COUTARD O. et RUTHERFORD J. (2009), *Les réseaux transformés par leurs marges : développement et ambivalence des techniques « décentralisées »* Flux, 2/2009, n° 76-77, p. 6-13.
- CTICM (2008), *L'acier et le développement durable dans les bâtiments résidentiels - Une perspective européenne*, Rapport issu du projet FRCA 7215-PP-058 de la Commission Européenne, 32p.
- D'ARRAS D. (2008), *Les déchets, sur la voie de l'économie circulaire*, Annales des mines, Réalités industrielles, 2008/4 Novembre 2008, p. 42-44.
- D'ALISA G., M. F. DI NOLA, M. GIAMPETRO (2012), *A multi-scale analysis of urban waste metabolism: density of waste disposed in Campania*. Journal of Cleaner Production. 35: 59-70
- DAMIEN A. (2013), *Guide de traitement des déchets. Réglementation et choix des procédés*, Paris, Dunod, 462 p.
- DECKER E. H., ELLIOTT S., SMITH F. A., BLAKE D. R. et ROWLAND F. S. (2000), *Energy and material flow through the urban ecosystem*, Annual Review of Energy and the Environment n° 25, p. 685-740.
- DRIEE (2012), *La soutenabilité du Grand Paris - L'approvisionnement en matériaux du Grand Paris*, 44p.
- DURET B., MAT N., BONARD A., DASTREVIGNE E. et LAFRAGETTE A. (2007), *Écologie territoriale : une aide à la définition d'une politique énergétique*, Comprendre l'économie physique des territoires, Annales de la recherche urbaine, n° 103, p. 73-78.
- EMELIANOFF C. (2007), *La ville durable : l'hypothèse d'un tournant urbanistique en Europe*, L'information géographique, n° 3/2007 (vol. 71), p. 48-65.
- ERES YAY A.S. (2015), *Application of life cycle assessment (LCA) for municipal solid waste management: a case study of Sakarya*, Journal of Cleaner Production, 1e10
- ERKMAN S. (2005), *Ecologie industrielle à Genève. Premiers résultats et perspectives*, Rapport du GEDEC –Agenda 21 du Canton de Genève, 2005, 27p.
- FERNANDEZ-NAVA Y. et al. (2014), *Life cycle assessment of different municipal solid waste management options: a case study of Asturias (Spain)* Journal of Cleaner Production 81 () 178e189
- FISHER-KOWALSKI M. et HUTTLER W. (1998), *Society's Metabolism*, Journal of Industrial Ecology, n°2, p. 107-136.
- GOUHIER Jean (2000), *Au-delà du déchet, le territoire de qualité, manuel de rudologie*, Rouen : PURH, 239p.
- GUI, L., A. ATASU, Ö. ERGUN, and L. B. TOKTAY (2013), *Implementing Extended Producer Responsibility Legislation: A Multi-Stakeholder Case Analysis*. Journal of Industrial Ecology 17(2): 262-276
- HERVA M., et al. (2014), *Environmental assessment of the integrated municipal solid waste management system in Porto (Portugal)*, Journal of Cleaner Production, 70 183e193
- HOPKINS Rob (2014), *Ils changent le monde !*, Paris : Seuil, 210p.
- HUGREL Charlotte, JOUMARD Robert (2006), *Directives et facteurs agrégés d'émission des véhicules routiers en France de 1970 à 2025*
- KENNEDY C. and D. HOORNWEG (2012), *Mainstreaming Urban Metabolism*. Journal of Industrial Ecology. 16 (6): 780–782.
- KENNEDY C., S. PINCELT b, P. BUNJE (2011), *The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design*, Environmental Pollution 159 (2011) 1965-1973
- LAURENT A., et al. (2014), *Review of LCA studies of solid waste management systems – Part II: Methodological guidance for a better practice*, Waste Management, 34 589–606
- MÉRY J., MTIBAA R. et TORRE A. (2009), *Dynamiques de proximité et gestion des déchets : Application à la mise en décharge*, 6ème Journées de la Proximité. "Le Temps des Débats", 14 au 16 octobre 2009, Poitiers, 8 p.
- MOHAREB, E. and KENNEDY C. (2012), *Greenhouse Gas Emission Scenario Modeling for Cities Using the PURGE Model*. Journal of Industrial Ecology, 16: 875–888. doi: 10.1111/j.1530-9290.2012.00563.x
- MORRIS D. (1982), *Self-reliant cities. Energy and the transformation of urban America*, San Francisco, Sierra club Books., 250 p.
- NEKTARIOS CHRYSOULAKIS et al. (2012), *Sustainable urban metabolism as a link between bio-physical sciences and urban planning: The BRIDGE project*, Landscape and Urban Planning Volume 112, April 2013, Pages 100–117.
- NICOURT C. et GIRAULT J. M. (2006), *L'usage du principe de proximité comme instrument d'ajustement de la décision publique. Le cas de l'implantation de plateformes de compostage de boues en Dordogne*, Développement durable et territoires, Dossier 7, p. 15.
- NIZA Samuel, Leonardo ROSADO, and Paulo FERRAO (2009), *Urban Metabolism Methodological Advances in Urban Material Flow Accounting Based on the Lisbon Case Study*, Journal of Industrial Ecology Volume 13, Number 3

- ORDIF (2008), *Rapport sur l'observation environnementale 2006 de la gestion des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France*, Série études, ORDIF, 76 p.
- ORDIF (2009), *Rapport sur l'observation environnementale 2007 de la gestion des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France*, Série Etude, ORDIF, 88 p.
- ORDIF (2011), *Gestion des déchets ménagers et assimilés en Ile-de-France en 2010*, Série Enquête, ORDIF, 60 p.
- PECQUEUR B. et ZIMMERMANN J.-B. (2004), *Économie de proximités*, Paris, Hermes science publications Lavoisier, 264 p.
- FIGUET F.-P. et BLANC I. (2009), *L'empreinte écologique : un indicateur de durabilité contreversé. Recommandation de la fondation Nicolas Hulot à la Commission sur la mesure de la performance économique et du progrès social (juillet 2009)*, Fondation Nicolas Hulot, 7 p.
- PINCELTL S. et al. (2012), *An expanded urban metabolism method: Toward a systems approach for, assessing urban energy processes and causes*, Landscape and Urban Planning 107, 193– 202
- RAMASWAMI, A., CHAVEZ, A. and CHERTOW, M. (2012), *Carbon Footprinting of Cities and Implications for Analysis of Urban Material and Energy Flows*. Journal of Industrial Ecology, 16: 783–785. doi: 10.1111/j.1530-9290.2012.00569.x
- ROCHER L. (2006), *Gouverner les déchets : gestion territoriale des déchets ménagers et participation publique*, Doctorat sous la direction de C. Larrue, Université de Tours, 442 p.
- ROCHER L. (2008), *Les contradictions de la gestion intégrée des déchets urbains : l'incinération entre valorisation énergétique et refus social*, Flux, 2008/4 n° 74, p. 22-29.
- SIETREM (2013), *Rapport annuel d'activité 2012*. 37 p.
- SILVERSTRE Marie, Gilles BILLEN, Josette GARNIER (2013), *Évaluation de la provenance des marchandises consommées par un territoire*, 361-370, COLEIT
- SONG A., et al. (2013), *Environmental performance of municipal solid waste strategies based on LCA method: a case study of Macau*, Journal of Cleaner Production, 57 92e100
- TUKKER, A., COHEN, M. J., HUBACEK, K. and MONT, O. (2010), *The Impacts of Household Consumption and Options for Change*. Journal of Industrial Ecology, 14 (1): 13–30
- WACKERNAGEL M. et REES W. E. (1996), *Our ecological footprint reducing human impact on the earth*, Gabriola Island, New society publishers, 160 p.
- WOLMAN A. (1965), *The metabolism of cities*, Scientific American, vol. 213, n° 3 p. 179-190.
- ZACCAÏ E. (2011), *25 ans de développement durable*, Paris, PUF, p.
- ZHANG Yan (2013), *Urban metabolism: A review of research methodologies*, Environmental Pollution 178, p.463-473.

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Tableaux

Tableau n°1.	Caractéristiques des territoires d'études du projet MUEED en 2012	16
Tableau n°2.	Organisation institutionnelle des territoires membres du SIETREM.....	17
Tableau n°3.	Estimation des gisements de déchets selon différentes méthodes	39
Tableau n°4.	Comparaison des données empiriques et obtenus par estimation (théorique) pour toutes les catégories de déchets urbains	40
Tableau n°5.	Liste des catégories de déchets retenus dans la cartographie.....	41
Tableau n°6.	Source des données issues des enquêtes pour le territoire de Le Mans Métropole (2012).....	50
Tableau n°7.	Source de données issues des enquêtes pour le territoire de Rennes Métropole (2012).....	50
Tableau n°8.	Source de données issues des enquêtes pour le SIETREM (2012)	51
Tableau n°9.	facteurs de caractérisation utilisés pour l'étude (méthodologie CML).....	52
Tableau n°10.	Résultats de la requête sur les émissions des établissements de la base de données iREP concernés par le projet MUEED.	62

Graphiques

Graphique n°1.	Indicateur de « Désagrégation des importations»	32
Graphique n°2.	Indicateur de « Rapport importation / extraction »	33
Graphique n°3.	Indicateur des « Aires d'approvisionnement des exportations »	33
Graphique n°4.	Indicateur de "Performance du métabolisme par habitant" (en tonnes/hab.)	34
Graphique n°5.	Indicateur de "Performance du métabolisme par km ² " (en tonnes/ km ²)	35
Graphique n°6.	Indicateur de « Part de la consommation devenant déchet » (en ktonnes).....	35
Graphique n°7.	Indicateur de « Production de déchets en fonction des importations » (en ktonnes)	36
Graphique n°8.	Indicateurs « Echelles spatiales de rejets des déchets » (en kTonnes).....	37
Graphique n°9.	La part des déchets municipaux en fonction des distances parcourues	47
Graphique n°10.	Impact environnemental du traitement des déchets du territoire de Rennes Métropole (2012).	53
Graphique n°11.	Impact environnemental du traitement des déchets du territoire du Mans Métropole (2012).....	53
Graphique n°12.	Impact environnemental du traitement des déchets du SIETREM (2012).....	54
Graphique n°13.	Impact environnemental du traitement des déchets <u>sans les OM</u> du territoire de Rennes Métropole (2012).	54
Graphique n°14.	Impact environnemental du traitement des déchets <u>sans les OM</u> du territoire du Mans Métropole (2012).	55
Graphique n°15.	Impact environnemental du traitement des déchets <u>sans les OM</u> du territoire du SIETREM (2012).	55
Graphique n°16.	Impacts environnementaux des déchets de verre de Rennes métropole (2012).	56
Graphique n°17.	Impacts environnementaux des déchets de verre du Mans métropole (2012).....	56
Graphique n°18.	Impacts environnementaux des déchets de verre du SIETREM (2012).....	56
Graphique n°19.	Impacts environnementaux des déchets de plastiques de Rennes Métropole (2012).	57
Graphique n°20.	Impacts environnementaux des déchets de plastiques du Mans Métropole (2012).....	57
Graphique n°21.	Impacts environnementaux des DEEE de Rennes Métropole (2012).	57
Graphique n°22.	Impacts environnementaux des DEEE du Mans Métropole (2012).....	57
Graphique n°23.	Impacts environnementaux des déchets papier-carton de Rennes Métropole (2012).	58
Graphique n°24.	Impacts environnementaux des déchets papier-carton du Mans Métropole (2012).....	58
Graphique n°25.	Impacts environnementaux des déchets de papier-carton du SIETREM (2012).....	58
Graphique n°26.	Impacts environnementaux des déchets verts de Rennes Métropole (2012).....	59
Graphique n°27.	Impacts environnementaux des déchets verts du Mans Métropole (2012).	59
Graphique n°28.	Impacts environnementaux des déchets verts du SIETREM (2012).	59
Graphique n°29.	Impacts environnementaux des déchets de la construction de Rennes Métropole (2012).	59
Graphique n°30.	Impacts environnementaux des déchets de la construction du Mans Métropole (2012).....	60
Graphique n°31.	Impacts environnementaux des déchets de la construction du SIETREM (2012).....	60
Graphique n°32.	Impacts environnementaux des déchets de métaux de Rennes Métropole (2012).....	60
Graphique n°33.	Impacts environnementaux des déchets de métaux du Mans Métropole (2012).	60
Graphique n°34.	Résultats du recollement entre la base de données du projet et la base de données iREP.	61

Cartes

Carte n°1.	Les villes d'études du projet MUEED.....	14
Carte n°2.	Le territoire du SIETREM.....	17
Carte n°3.	Carte du Mans Métropole	18
Carte n°4.	Carte de Rennes Métropole.....	19
Carte n°5.	Flux de déchets municipaux de Rennes.....	41
Carte n°6.	Flux de déchets municipaux du Mans.....	42
Carte n°7.	Flux de déchets municipaux du SIETREM	43
Carte n°8.	Certains flux de DAE de Rennes – 1/3	44
Carte n°9.	Certains flux de DAE de Rennes – 2/3	44
Carte n°10.	Certains flux de DAE de Rennes – 3/3	45
Carte n°11.	Certains flux de DAE du Mans.....	45
Carte n°12.	Certains flux de DAE du SIETREM.....	46

Schémas

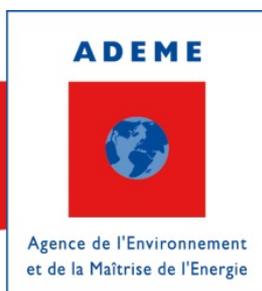
Schéma n°1.	Articulation théorique entre l'empreinte spatiale et les échelles de l'action publique de la gestion des déchets	13
Schéma n°2.	Périmètre du système pris en compte dans le cadre du projet MUEED	16
Schéma n°3.	Représentation d'un métabolisme durable (Kennedy, Pincetl, Bunje, 2011)	22
Schéma n°4.	Représentation du métabolisme urbain avec la méthode Eurostat (Barles, 2014)	24
Schéma n°5.	Représentation de la filière bois dans le métabolisme urbain (en milliers de tonnes) avec la méthode « Baccini » (Erkman, 2005)	24
Schéma n°6.	Modèle du métabolisme avec la méthode MFA « Baccini ».....	25
Schéma n°7.	Modèle adapté de la méthode « Baccini » pour le projet MUEED (MUEED, 2015).....	26
Schéma n°8.	Métabolisme urbain simplifié du Mans métropole (2012).....	30
Schéma n°9.	Métabolisme urbain simplifié de Rennes métropole (2012)	31
Schéma n°10.	Métabolisme urbain simplifié du SIETREM (2012).....	31
Schéma n°11.	Les registres de proximité par rapport aux flux de déchets.....	75

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie, et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

www.ademe.fr



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr