



# Diagnostic au service d'un Grand Paris Circulaire

Étude des flux de ressources, des acteurs et du foncier mobilisable

Rapport complet



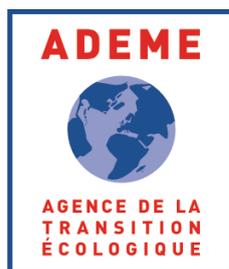
 **CitéSource**

**L'INSTITUT  
PARIS  
REGION**

  
inddigo

**MYDI:NE**

Avec le soutien de :



Avec la participation de :



Ce rapport présente les résultats du Lot 1 :

Réalisation de l'étude de métabolisme, de la cartographie des acteurs et filières pour le territoire métropolitain, de la cartographie du foncier mobilisable de l'Étude de métabolisme urbain à l'échelle métropolitaine et création d'outils d'écologie industrielle territoriale pour le territoire métropolitain.

Rédacteurs du rapport :

Organisme	Auteur	Parties rédigées
CitéSource	Vincent Augiseau	Résumé 1. Le métabolisme de la Métropole à l'exception de : 1.6 2.1. Modélisation des flux et stocks de matériaux de construction et déchets de chantiers 3.1. Modélisation des flux alimentaires 4. Pistes d'actions pour une stratégie d'économie circulaire métropolitaine à l'exception de 4.2.2 et 4.2.3
L'Institut Paris Region	Léo Mariasine	2.3. Cartographie d'acteurs de la construction 3.3. Cartographie d'acteurs de la biomasse alimentaire 4.2.2. Recommandations issues de la cartographie des acteurs
L'Institut Paris Region	Martial Vialleix	2.4. Une circularisation des flux qui nécessite du foncier
L'Institut Paris Region	Florian Lacombe	1.3.4. Déchets d'activité économique hors chantiers du bâtiment et travaux publics
Inddigo	Alice Sarran et Cyril Adoue	1.7, 2.5, 3.4 Anticiper les risques liés aux ressources (ateliers prospectifs)
Mydiane	Benoît Duret	
Apur	Amélie Noury	3.4.4 L'identification de fonciers temporaires, une approche complémentaire à la recherche de fonciers pérennes localisés dans le diffus

Référence du rapport :

CitéSource, L'Institut Paris Region, Inddigo et Mydiane, 2022. Résultats du Lot 1: Réalisation de l'étude de métabolisme, de la cartographie des acteurs et filières pour le territoire métropolitain, de la cartographie du foncier mobilisable. 153 pages.

# Table des matières

<b><u>Édito</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b><u>Résumé pour les décideurs</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>Introduction</u></b>	<b><u>15</u></b>
<b><u>1. Métabolisme de la métropole</u></b>	<b><u>17</u></b>
1.1. Définitions, périmètre de l'étude et principes méthodologiques	<u>18</u>
1.2. Le métabolisme de la métropole selon le bilan de flux de matières	<u>22</u>
1.3. Focus sur les véhicules et équipements, les déchets d'activité économique hors chantiers, l'eau et l'énergie	<u>29</u>
1.4. Enjeux liés aux ressources mobilisées par la métropole	<u>37</u>
1.5. Anticiper les risques liés aux ressources	<u>45</u>
<b><u>2. Ressources, acteurs et fonciers pour une stratégie d'économie circulaire dans le bâtiment et les travaux publics</u></b>	<b><u>50</u></b>
2.1. Modélisation des flux et stocks de matériaux de construction et déchets de chantier	<u>51</u>
2.2. Les acteurs de la construction	<u>58</u>
<b><u>3. Un bouclage des flux qui nécessite du foncier</u></b>	<b><u>70</u></b>
3.1. Circulaire rime avec espace	<u>71</u>
3.2. Anticiper les risques liés aux ressources : les matériaux de construction	<u>84</u>
<b><u>4. Flux alimentaires et acteurs associés</u></b>	<b><u>90</u></b>
4.1. Modélisation des flux alimentaires	<u>89</u>
4.2. Les acteurs de la biomasse alimentaire	<u>94</u>
4.3. Anticiper les risques ressources : les produits alimentaires	<u>99</u>
<b><u>5. Pistes d'actions pour une stratégie d'économie circulaire métropolitaine</u></b>	<b><u>103</u></b>
5.1. Grandes pistes d'action pour les 4 principales matières mobilisées par la métropole	<u>104</u>
5.2. Préconisations concernant le BTP	<u>105</u>
5.3. Préconisations concernant les flux alimentaires	<u>109</u>
5.4. Préconisations concernant les véhicules et équipements électriques et électroniques	<u>110</u>
5.5. Préconisations concernant les déchets d'activité économique hors BTP	<u>111</u>
5.6. Préconisations concernant les flux de combustibles fossiles ainsi que d'eau	<u>111</u>
5.7. Perspectives pour l'étude du métabolisme de la métropole	<u>111</u>

<b><u>6. Remerciements</u></b>	<b><u>113</u></b>
<b><u>7. Références bibliographiques</u></b>	<b><u>115</u></b>
<b><u>ANNEXES</u></b>	<b><u>119</u></b>
ANNEXE 1. Méthode du bilan de flux de matières	<u>120</u>
ANNEXE 2. Modélisation des stocks et flux de matériaux de construction et déchets de chantiers	<u>128</u>
ANNEXE 3. Modélisation des stocks et flux de plastiques et métaux issus de biens d'équipement et de véhicules	<u>133</u>
ANNEXE 4. Modélisation des flux de biomasse alimentaire, déchets organiques et leurs contenus en azote et phosphore	<u>135</u>
ANNEXE 5. Sources des données sur les flux d'énergies et d'eaux	<u>137</u>
ANNEXE 6 : Fiches acteurs	<u>139</u>
ANNEXE 7 : Méthodologie d'estimation du foncier	<u>146</u>

# Édito



Dès 2016, j'ai souhaité faire de l'économie circulaire une priorité de la politique de développement économique de la Métropole du Grand Paris, en nommant Xavier Lemoine, Maire de Montfermeil, en tant que Vice-Président délégué à l'Economie circulaire, à l'Économie collaborative et à l'Economie sociale et solidaire.

Plus que jamais, les alertes scientifiques mondiales relatives au dérèglement climatique, à l'érosion de la biodiversité, à la raréfaction des ressources, et plus largement au dépassement des limites planétaires nous imposent de transformer nos modèles de production et de consommation. Les crises que nous connaissons actuellement, tant sur le plan sanitaire que géopolitique, renforcent l'urgence d'opérer cette transition. La hausse des coûts des matières premières et l'apparition de pénuries d'approvisionnement en constituent des symptômes évidents.

Nous en sommes pleinement conscients, la Métropole du Grand Paris est une intercommunalité dense et urbaine, intrinsèquement dépendante des espaces qui l'entourent et de territoires qui en sont parfois beaucoup plus éloignés. Le défi que représente l'approvisionnement en ressources d'une métropole de plus de 7 millions d'habitants, tout comme la maîtrise de son empreinte environnementale, n'échappe à personne.

La Métropole dispose néanmoins d'atouts et d'un potentiel immense du fait de son dynamisme économique et de son vaste écosystème d'acteurs dédiés à l'innovation. La transition économique et écologique du territoire est vectrice d'opportunités dont nous devons nous saisir pleinement, pour relocaliser des activités économiques durables et créatrices d'emplois. C'est fort de cette conviction que nous avons d'ores et déjà lancé de nombreux chantiers opérationnels couplant les principes de l'économie circulaire et de l'économie sociale et solidaire.

Pour aller plus loin, il nous a toutefois paru essentiel de renforcer notre compréhension du métabolisme urbain à l'échelle métropolitaine. Tout l'enjeu de cette étude est de disposer d'un diagnostic fiable, nous permettant d'objectiver les enjeux de ressources et d'orienter efficacement nos politiques publiques.

L'approche développée par la Métropole dans le cadre de cette étude est singulière. Nous avons souhaité dépasser l'approche statistique « classique » déployée dans ce type de travaux pour comprendre de quelle manière les flux et stocks de ressources sont organisés sur notre territoire, et pouvoir nous projeter. Des ateliers prospectifs nous ont ainsi permis d'associer nos nombreux partenaires locaux dans l'élaboration de ce diagnostic : communes, établissements publics territoriaux, institutionnels, entreprises, associations, etc.

Les résultats de cette étude ont bien entendu vocation à alimenter les réflexions et stratégies métropolitaines, dont en premier lieu celles liées à l'économie circulaire et solidaire, mais également l'ensemble des acteurs du territoire. Elle s'accompagne à ce titre de recommandations et d'outils de visualisation facilitant l'appropriation des résultats.

Je vous souhaite une bonne lecture de ces travaux riches en constats et en enseignements.

**Patrick Ollier, Ancien ministre, Président de la Métropole du Grand Paris, Maire de Rueil-Malmaison**

# Résumé pour les décideurs

L'étude du métabolisme est un élément clé pour la définition d'une stratégie d'économie circulaire. Cette étude permet de caractériser la consommation de matières et les activités économiques d'un territoire, d'identifier les enjeux environnementaux, sociaux et économiques liés aux matières mobilisées et des pistes d'action pour répondre à ces enjeux. Agir sur les flux, notamment par leur réduction, permet de réduire les impacts environnementaux au sein et en dehors du territoire ainsi que de limiter les risques socio-économiques liés à l'accès et au coût des ressources.

Le métabolisme de la Métropole du Grand Paris a été étudié pour l'année 2017. Un bilan des flux de matières, une modélisation de trois flux à forts enjeux et une projection de 2018 à 2031 ont été réalisés par CitéSource. Une analyse des acteurs liés aux matériaux de construction et flux alimentaires a été produite par l'Institut Paris Region, de même qu'une étude du foncier pouvant accueillir des installations de réemploi de matériaux ou valorisation de déchets de chantiers. Trois ateliers organisés par Mydiane et Inddigo ont permis de faire témoigner une centaine d'acteurs du territoire sur les risques liés aux matières mobilisées par le territoire et les réponses à apporter pour réduire ces risques.

## Le métabolisme de la métropole selon le bilan de flux

La figure ci-dessous montre le bilan des flux de matières de la Métropole du Grand Paris. Elle fait apparaître 4 points clés :

- La consommation de matières de la métropole engendre d'importants flux en dehors du territoire (empreinte matières) car la métropole est densément urbanisée et accueille surtout des activités tertiaires ;
- Les activités de construction (BTP), production énergétique et alimentation génèrent les trois quarts de la consommation intérieure du territoire ;
- Les ressources renouvelables ou locales forment une faible part de la consommation intérieure ;
- La métropole génère de forts flux de déchets, de par le dynamisme des chantiers de renouvellement urbain, elle accueille de fortes activités de valorisation de déchets mais ne couvre aujourd'hui qu'une faible partie de sa consommation à partir de ces matières.



Figure 1. Synthèse du bilan de flux de la métropole en 2017 (Mt). Source : cette étude (CitéSource)

Ainsi que le montre la figure ci-après, la consommation intérieure par habitant de la Métropole du Grand Paris se situe entre celles de Paris et de la région Ile-de-France et est nettement plus faible que celle de l'ensemble de la France. En effet, la densité de l'urbanisation impacte la consommation de matériaux. De plus, la faible présence d'activités industrielles induit de moindres pertes de matières au sein de ces activités, et par conséquent une moindre consommation intérieure. Par ailleurs, les déchets par habitant de la métropole en 2017 sont plus élevés que ceux de Paris et de l'Ile-de-France en 2015. Cette différence est liée au dynamisme de l'activité du BTP en 2017 et à la concentration des chantiers au sein de la métropole.

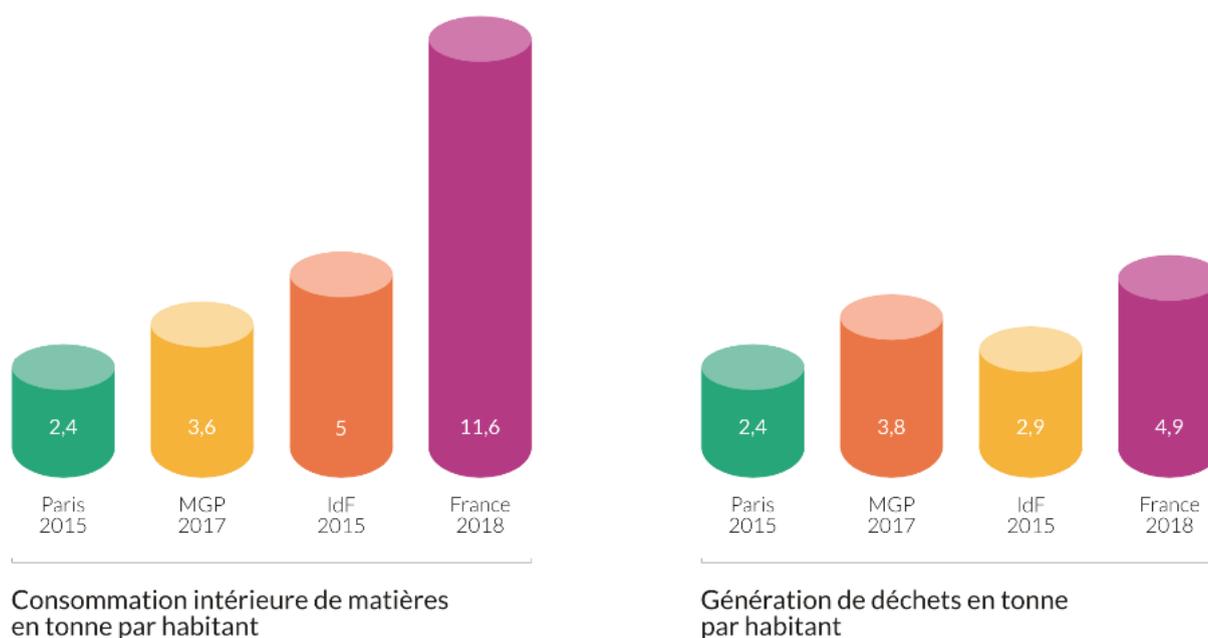


Figure 2. Comparaison des consommations intérieures de matières et des déchets par habitant (t/hab). Source : cette étude (CitéSource), CitéSource (2019), Augiseau et Barles (2018), CGDD-SDES (2021), ADEME (2020)

Les indicateurs de consommation pour les 4 ensembles de matières à forts enjeux pour la métropole sont résumés dans le tableau ci-dessous. Des pistes d'action sont proposées selon deux volets : la réduction et transformation des consommations et déchets d'une part, l'utilisation de ressources secondaires (dont valorisation de déchets) d'autre part. Ces pistes d'actions sont liées à des politiques concernant notamment l'aménagement du territoire, le développement économique, le transport, le logement et l'agriculture.

Tableau 1. Indicateurs de consommation, enjeux associés et pistes d'action pour une stratégie d'économie circulaire métropolitaine. Source : cette étude (CitéSource)

Matières	Consommation intérieure + valorisation matière locale par habitant selon bilan de flux	Parts des matières renouvelables (Ren), issues de l'extraction locale (Extr Loc) et de la valorisation locale (Valo Loc) dans la consommation intérieure + valorisation matière locale	Enjeux clés	Pistes d'action : réduction et transformation des consommations et déchets	Pistes d'action : utilisation de ressources secondaires (dont valorisation de déchets)
Matériaux de construction	1,3	Part Ren : 2 % Part Extr Loc : 3 % Part Valo Loc : 17 %	Impact du transport, conflits d'usage des sols liés aux carrières et aux installations de stockage	Partage, maintenance, adaptation et prolongation de la durée de vie des ouvrages bâtis Eco-conception des espaces bâtis	Priorité au réemploi des déchets ; puis la réutilisation - redistribution, le reconditionnement - réusinage, le recyclage
Combustibles fossiles	0,9	Part Ren : 0,4 % Part Extr Loc : 0 % Part Valo Loc : 0 %	Émissions de gaz à effet de serre et de polluants Forte volatilité des coûts	Sobriété énergétique Efficacité énergétique Développement des énergies renouvelables	/
Produits alimentaires	0,6	Part Ren : >95 % (ordre de grandeur) Part Extr Loc : 0,6 % Part Valo Loc : <5 % (ordre de grandeur)	Perturbation des cycles de l'azote et du phosphore Enjeux de santé publique liée à l'alimentation	Diminution de la part des protéines animales Développement de systèmes agricoles à bas intrants et de la complémentarité polyculture-élevage	Bouclage des flux d'azote et de phosphore Développement de la séparation à la source des urines et du compostage
Véhicules et équipements électriques et électroniques	0,2 (dont autres produits à dominante métallique)	Part Ren : <5 % (tout bois et caoutchouc) Part Extr Loc : 0 % Part Valo Loc : 0 %	Raréfaction des ressources en métaux, situation de criticité Forte volatilité des coûts	Partage, maintenance, adaptation et prolongement la durée de vie des produits Eco-conception des produits	Priorité au réemploi des déchets, puis à la réutilisation - redistribution, le reconditionnement - réusinage, le recyclage

## Flux, acteurs et fonciers liés au BTP

Trois territoires de la Métropole du Grand Paris dominent dans la consommation de matériaux de construction et la génération de déchets de chantiers modélisées : Paris, Paris Ouest La Défense et Grand-Orly Seine Bièvre. La construction de bâtiments génère la première consommation de matériaux de la métropole et les premiers flux de déchets de chantiers (déblais). La démolition de bâtiments forme le deuxième poste de déchets (débris dont béton) suivie par les travaux du Grand Paris Express (terres en grande partie exportées et utilisées pour le réaménagement de carrières).

La métropole du Grand Paris comprend une activité croissante de valorisation de déchets de chantiers. La production de granulats recyclés à partir de débris inertes de chantiers domine avec 1,6 Mt produites en 2017. Près de la moitié de cette production est effectuée dans les Hauts-de-Seine et en particulier sur la plateforme portuaire de Gennevilliers. Les pratiques de surcyclage émergent et sont fortement soutenues par les territoires, notamment par Paris, Plaine Commune et Est Ensemble, à travers la recherche de l'utilisation de granulats recyclés dans le béton, ou le réemploi et réutilisation de matériaux de second œuvre. Une production de matériaux en terre crue a été créée en 2021 au sein de la métropole (projet Cycle Terre à Sevran).

L'atteinte des objectifs de construction de logements du SDRIF - loi Grand Paris et les chantiers du Grand Paris Express pourraient engendrer une hausse de 19 % de la consommation moyenne annuelle de matériaux de construction entre 2018 et 2031 par rapport à 2017 et respectivement de 10 % des flux de déchets de chantiers, avec un pic autour de 2025. Ces flux peuvent être modérés par une action visant une meilleure maintenance, adaptation et prolongation de la durée de vie du bâti. La valorisation des déchets peut être développée par le développement de synergies entre chantiers en s'appuyant notamment sur le développement de plateformes physiques.

La métropole du Grand Paris compte environ 115 installations qui contribuent à faire transiter, trier ou valoriser les matières générées par la construction. Les filières en place actuellement au sein de la métropole structurées autour des six usages considérés ici (concassage, enrobés, traitement de terres et déblais, tri, transit, déchetteries ouvertes aux professionnels) occupent une surface totale de plus de 220 hectares. Cela représente 0,2 % de la surface du territoire. Les trois EPT mentionnés précédemment comptent pour 65% des surfaces. Sans doubles comptes (sites multifonctionnels), les surfaces s'élèvent à environ 135 hectares.

D'une façon générale, trois EPT concentrent plus de 56% de ces sites et 65% des surfaces mobilisées pour faire transiter, trier, ou valoriser les matières générées par la construction. Il s'agit de Boucle de Nord de Seine, Grand-Paris Sud-Est Avenir et Grand-Orly Seine-Bièvre qui sont aussi par ailleurs les territoires sur lesquels de nombreux acteurs de l'économie circulaire sont implantés (*voir travail dédié sur la cartographie des acteurs métropolitains*). Une partie importante des emprises accueillent des activités diverses, et les sites multifonctions sont nombreux. Vallée Sud Grand Paris (T2), Grand Paris Seine Ouest (T3), Paris Terres d'Envol (T7) et Paris Est Marne et Bois (T10) apparaissent comme les territoires les moins dotés en matière d'installations dédiées à l'économie circulaire dans la construction.

L'étude avait pour objectif d'identifier un premier panel d'espaces pour développer l'économie circulaire dans le BTP. Elle s'est tout d'abord attachée à **identifier des critères susceptibles de favoriser ou de freiner la mobilisation du foncier pour implanter ces activités**. Ces critères sont : le voisinage du site de préférence à vocation économique, tertiaire ou industrielle, la situation du site dans les PLU, l'accès routier, la proximité avec les chantiers, la proximité du site avec la voie d'eau (navigable), le niveau de protection du site en matière de biodiversité, la complémentarité ou la concurrence avec l'écosystème d'acteurs local et la distance avec les ISDI et les carrières autorisées au remblaiement. La douzaine de facteurs identifiés dans le cadre de l'étude relèvent à la fois d'éléments techniques (accessibilité, distances de transports, taille des parcelles...) et d'éléments relatifs à l'environnement des terrains considérés (proximités avec les

chantiers, voisinage et densités d'urbanisation...). Au-delà des surfaces foncières différentes selon les activités, et la présence ou non de locaux couverts, il existe une relative **convergence entre les facteurs limitants et les facteurs favorisant l'implantation des installations.**

Des critères très opérationnels (configuration du site en pente ou non, largeur des parcelles...) n'ont pas pu être étudiés ici, mais demeurent essentiels pour affiner encore plus la capacité des emprises à être mobilisées pour déployer l'économie circulaire. Des facteurs d'ordre politique (si le foncier est situé dans un territoire où l'engagement local dans la mise en place d'un modèle circulaire pour le BTP est fort par exemple) sont aussi importants, mais difficiles à apprécier quantitativement. Par ailleurs, le temps de disponibilité du site qui accueille ces activités est une donnée essentielle à prendre en compte. Par exemple, une durée de 9 à 10 ans est nécessaire pour les plateformes de recyclage, la période est ramenée de 3 à 4 ans pour les plateformes de réemploi selon l'APUR. En outre, des facteurs importants sont plus difficiles à étudier spatialement car ils renvoient à des problématiques économiques (coûts des matériaux, mécanismes de portage et acquisition foncières...), à des soucis d'organisation (vandalisme, concurrence de filières plus ou moins légales...), etc. En conclusion, les **critères identifiés ici ne sont donc probablement pas exhaustifs et appellent à mettre en place d'autres travaux** pour accompagner aux mieux les acteurs et les collectivités dans leur engagement vers un aménagement et une économie circulaire.

L'objectif affirmé très tôt dans l'étude (notamment dans la réponse à l'appel d'offre) était de travailler à une estimation des surfaces « peu aménagées », « vacantes », ou en « friches » à l'échelle de la Métropole du Grand Paris. Cette approche par les espaces dits « diffus » permettait d'adopter une démarche cohérente et complémentaire avec les travaux menés en parallèle par l'APUR dont le travail se concentre plutôt sur le foncier potentiellement disponible au sein des projets d'aménagement.

Après avoir estimé les espaces possibles, l'étude s'est attachée à apprécier le potentiel de chaque site à être mobilisé pour déployer l'économie circulaire au travers de l'un ou plusieurs des usages mentionnés précédemment.

En termes de résultats, l'étude a permis de faire émerger **404 sites** peu aménagés, vacants, et donc susceptibles d'être mobilisés pour déployer l'économie circulaire dans le BTP. Sur ces 404 sites, 391 sont localisés à l'intérieur de la Métropole du Grand Paris, et 13 sont limitrophes (et donc pour partie à l'intérieur) du territoire.

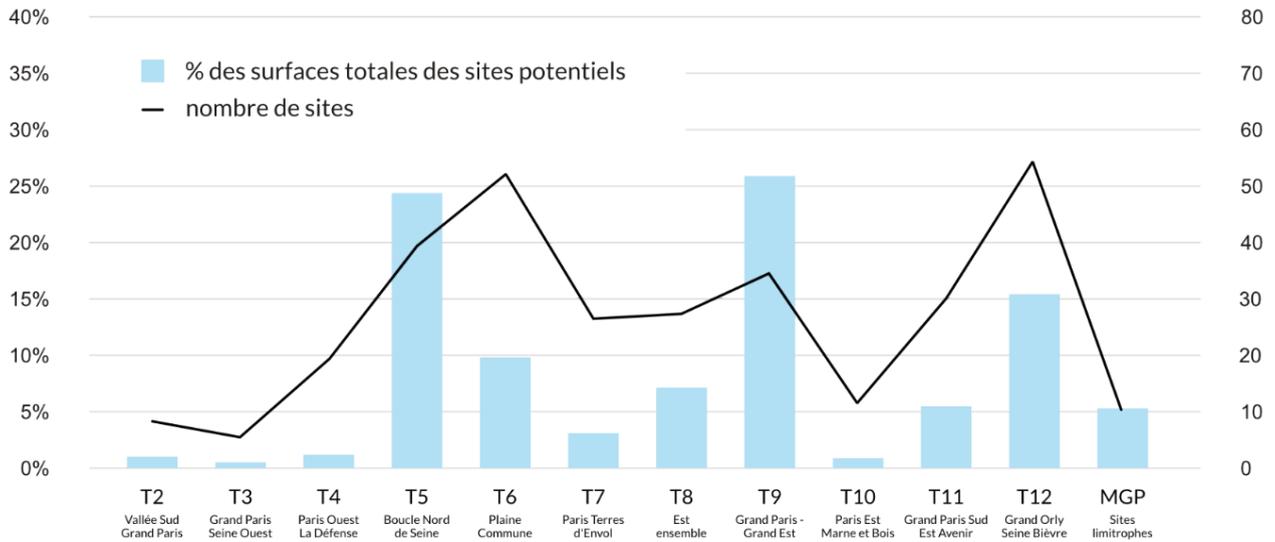
Ces sites représentent une surface d'environ **800 hectares**. Il s'agit d'une enveloppe à la fois petite au regard du périmètre métropolitain (1% de la surface de la Métropole du Grand Paris), mais importante au regard des emprises actuelles des activités liées à l'économie circulaire dans la construction. Les sites sont majoritairement de taille inférieure à 5 000 m<sup>2</sup> (classes S et M rassemblent 243 fonciers). Néanmoins, l'étude met en évidence que les sites de taille intermédiaire (5 000 m<sup>2</sup> à 10 000 m<sup>2</sup> - classe L), et ceux de taille conséquente (entre 10 000 m<sup>2</sup> et 50 000 m<sup>2</sup> - classe XL) sont présents de façon non négligeables en termes de nombre et de surfaces potentielles (59 sites pour environ 40 hectares pour les sites L, 76 sites pour environ 155 hectares pour les sites XL). Enfin, les grands sites dont la surface est supérieure à 50 000 m<sup>2</sup> (XXL et XXXL) sont également présents sur le territoire et comptent pour une surface très conséquente (environ 500 hectares) pour un nombre de sites réduit (26 espaces).

En termes de répartition géographique, **les 800 hectares sont localisés de façon très hétérogène sur le périmètre métropolitain.** Les EPT Boucle de Nord de Seine, Grand-Paris Grand-Est et Grand-Orly Seine-Bièvre comptent respectivement pour 24%, 26% et 15% des surfaces identifiées par l'étude pour déployer l'économie circulaire.

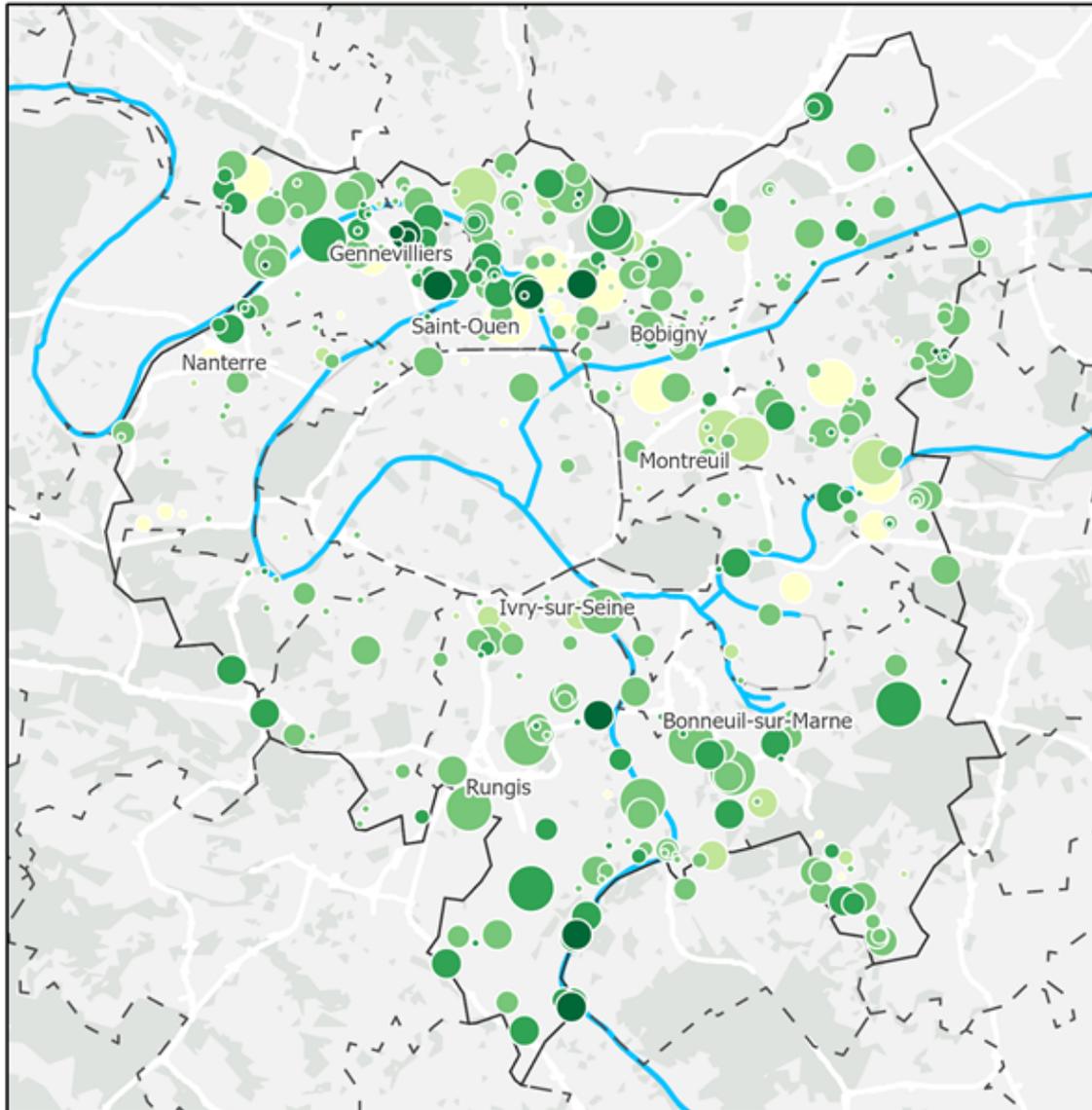
À l'inverse, les sites potentiels sont très peu présents à Paris, Vallée Sud Grand Paris, Paris Est Marne et Bois ou encore Grand Paris Seine Ouest et Paris Ouest La Défense. Ces cinq territoires comptent pour moins de 15% des sites et 4% des surfaces identifiées.



© L'INSTITUT PARIS REGION



## Les potentialités foncières de l'économie circulaire (secteur du BTP) 2021 Métropole du Grand Paris



Surface en m<sup>2</sup> (Classe taille)      Potentiel d'économie circulaire

• 1 000 - 2 999 (S)	■ Très Bon
● 3 000 - 4 999 (M)	■ Bon
● 5 000 - 9 999 (L)	■ Moyen
● 10 000 - 49 999 (XL)	■ Faible
● > 50 000 (XXL et XXXL)	■ Très Faible

Source : L'Institut Paris Region



## Flux alimentaires

5 Mt d'aliments ont été ingérés par la population de la métropole en 2017. 1,1 Mt de pertes alimentaires sont générés en amont de cette consommation, dont un tiers par le gaspillage et les restes de repas (produits périmés ou non ouverts, épluchage, restes de plats). 5,8 kt de déchets alimentaires ont été traités par le SYCTOM puis valorisés en méthanisation en 2020, ainsi que 0,2 kt en compostage. Le tri à la source des biodéchets est obligatoire au 31 décembre 2023 (loi LGEC). Par exemple, le SYCTOM a mis en place un dispositif d'accompagnement de ses collectivités adhérentes pour soutenir la réalisation d'études de faisabilité, encourager la sensibilisation des publics et faciliter la mise en place de bacs de collecte ou réaliser la collecte elle-même dans le cadre d'expérimentations. Le PCAEM a pour objectif de tendre vers une valorisation matière (compostage, méthanisation) de 100 % des biodéchets.

Par ailleurs, la métropole est fortement dépendante d'importations aujourd'hui pour sa consommation alimentaire. La production agricole totale locale représente 0,5 % de la consommation avec pertes (selon modélisation). Pour les fruits et légumes hors pommes de terre, ce taux est de 0,3 %. L'atteinte de l'objectif du Plan Climat Air Énergie Métropolitain (PCAEM) de 15 % d'autonomie en fruits et légumes en 2030 puis 20 % en 2050 implique de fortes mutations de la consommation alimentaire (réduction de la part des aliments d'origine animale) et de l'agriculture régionale. Le maintien et développement de l'activité agricole de la métropole est un enjeu fort.

# Introduction

La Métropole du Grand Paris est une intercommunalité dense et urbaine, qui regroupe 131 communes et 7,2 millions d'habitants. Elle exerce notamment des compétences en matière d'aménagement de l'espace métropolitain, de développement économique, social et culturel, de politique locale de l'habitat, de protection de l'environnement et de gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI). Elle a également vocation à définir de grandes orientations stratégiques en matière de planification, via son Schéma de cohérence territoriale, le Plan Climat Air Énergie Métropolitain, ou encore le Plan Métropolitain de l'Habitat et de l'Hébergement.

L'économie circulaire a été définie par la Métropole comme une priorité en matière de développement économique dès 2016, et a plus largement vocation à infuser l'ensemble de ses politiques publiques pour permettre l'émergence d'une métropole attractive, résiliente et innovante. A la suite d'un premier mandat dédié à la sensibilisation et à la mobilisation des différentes parties prenantes du territoire, la Métropole a souhaité structurer une stratégie faisant converger ses ambitions en matière d'économie circulaire et d'économie sociale et solidaire.

Dès lors, elle a souhaité se doter d'une étude de métabolisme urbain, indispensable à l'objectivation des enjeux de ressources à l'échelle du territoire. L'approche retenue dans le cadre de l'élaboration de ce diagnostic dépasse toutefois le cadre habituel des « bilans de flux » qui se limitent à étudier le système socio-économique comme une « boîte noire » (ce qui entre, et ce qui sort). L'étude intègre ainsi une modélisation de certains flux prioritaires (construction, équipements, biomasse) afin de préciser les estimations statistiques « descendantes » et de mieux comprendre l'organisation de ces flux au sein du territoire.

Validée en comité technique au lancement de l'étude, cette priorisation est justifiée par les enjeux et spécificités métropolitaines : la construction est le premier poste de consommation de ressources et de production de déchets, l'alimentation est le premier secteur émetteur de GES (hors transport – *source PCAEM*), et les équipements (véhicules, équipements électroniques, etc.) concentrent des quantités importantes de matériaux stratégiques (métaux ferreux et critiques, plastiques, etc.) avec un renouvellement important des flottes ces prochaines années.

La Métropole a également souhaité bénéficier de premières projections quantitatives visant à estimer l'évolution de ces flux d'ici 2030, en comparant des hypothèses tendancielle et d'augmentation importante de la production de logements. Au regard des évolutions attendues, l'étude propose un certain nombre de leviers contribuant à améliorer la sobriété et la résilience du territoire, notamment alimentés par un cycle d'ateliers de travail prospectifs qui a rassemblé environ 80 organisations et partenaires locaux (collectivités, acteurs économiques, associations, etc.).

Enfin, l'étude inclut une cartographie des acteurs des chaînes de valeur de la construction et de la biomasse, ainsi qu'un mapping des fonciers potentiellement mobilisables pour développer de nouvelles activités d'économie circulaire, notamment appliquées au secteur de la construction (plateformes dédiées à l'entreposage, au tri, au reconditionnement ou au recyclage des matériaux). L'objectif de ces deux lots « optionnels » est de caractériser la maturité des filières existantes, de relever leurs enjeux, et d'identifier des espaces fonciers (ressource particulièrement rare du fait de la densité urbanistique du territoire) pour combler les éventuels manques.

Par souci de clarté, l'étude est divisée en quatre grands blocs, au sein desquels sont ventilés les résultats des différentes analyses précitées :

1. Les résultats globaux de l'étude de métabolisme urbain (tous flux) et les projections associées ;
2. Les résultats de la modélisation propre aux flux et stocks des matériaux de construction, ainsi que la cartographie des acteurs et des fonciers potentiellement mobilisables pour renforcer le bouclage de ces flux ;
3. Les résultats de la modélisation propre aux flux alimentaires (dont biodéchets – et flux de nutriments associés) ;
4. La consolidation des recommandations et pistes d'actions identifiées en vue d'une stratégie métropolitaine d'économie circulaire

# 1. Métabolisme de la métropole



## 1.1. Définitions, périmètre de l'étude et principes méthodologiques

### 1.1.1. Principe de l'étude du métabolisme

Les études de métabolisme territorial font l'objet de travaux depuis une quinzaine d'années en France, initiés notamment par la recherche pionnière sur Paris et l'Île-de-France de Sabine Barles (2007). Selon cette dernière, « la description du métabolisme territorial (terme employé par analogie avec le fonctionnement d'un organisme) permet de mieux comprendre les interactions entre ce territoire et son milieu naturel, voire des milieux éloignés » (Barles, 2010).

Ainsi que le montre la figure 1.1, l'étude vise tout d'abord à quantifier les flux de matières générés par les activités humaines (socio-économiques) d'un territoire :

- Les matières premières, produits finis et semi-finis importés, exportés ou transitant par des sites logistiques ;
- Les ressources naturelles extraites des champs, forêts et du sous-sol du territoire, puis transformées en produits semi-finis ou finis par des sites industriels ou artisanaux, et ensuite utilisés par la population ou certaines activités (matériaux mis en œuvre sur des chantiers par exemple) ;
- Les déchets solides gérés par des installations dédiées (plateformes de réemploi par exemple) puis valorisés ou enfouis, ainsi que d'autres émissions vers l'environnement (dans l'air, l'eau, matières dissipées).

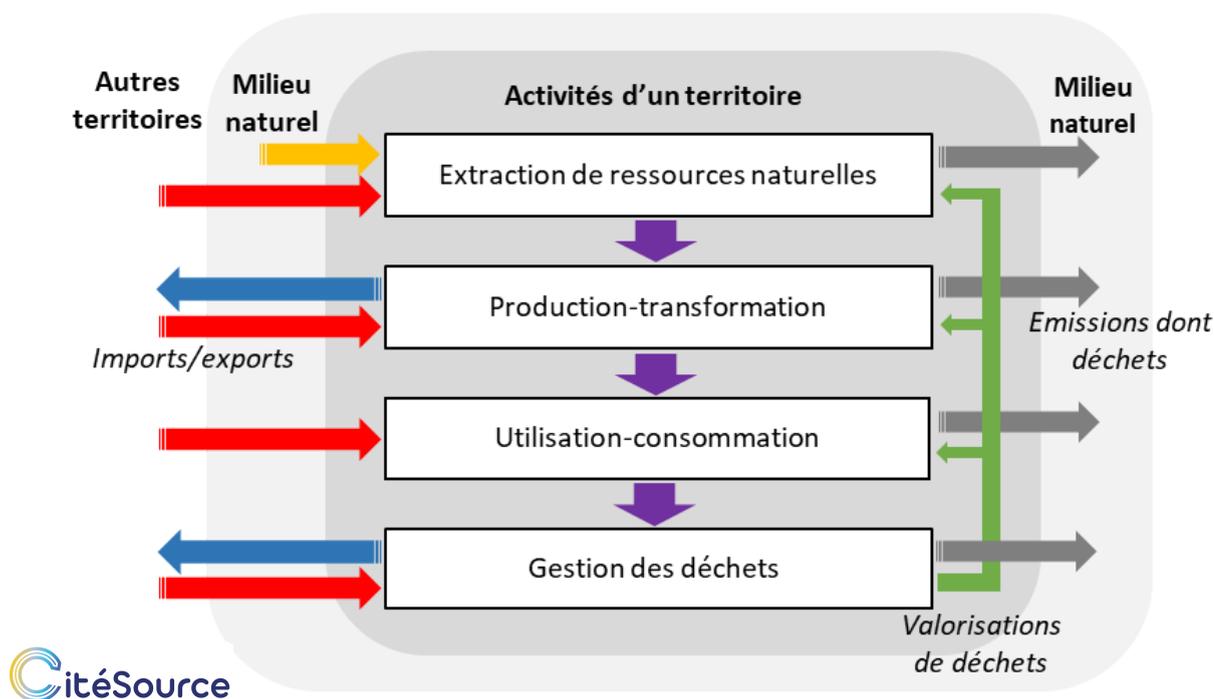


Figure 1.1. Principaux flux formant le métabolisme d'un territoire. Source : cette étude (CitéSource)

Les flux d'eau et d'énergie, qui sont généralement exclus de l'étude de flux de matières, peuvent faire l'objet d'une analyse complémentaire. Il en est de même des stocks anthropiques, matières accumulées au sein des espaces urbanisés tels que les matériaux formant les bâtiments.

Les flux de matières utilisées ou déplacées en amont des importations et en aval des exportations peuvent également être estimés afin de se donner une vision plus large de la consommation du territoire (flux dits « indirects »). Par exemple, produire une voiture d'une tonne nécessite sept à dix tonnes de matières premières (CGDD, 2014), un kilogramme de blé environ une tonne d'eau (FAO, 2004).

Les données produites sont ensuite analysées, en s'appuyant notamment sur une « analyse des acteurs, institutions, politiques, techniques qui sont à l'origine de ces flux » (Barles, 2010). Les flux peuvent également être projetés selon différents scénarios.

### 1.1.2. Deux approches méthodologiques d'étude des flux : bilan et modélisation

L'étude du métabolisme territorial s'appuie sur des méthodes dites d'Analyse de Flux de Matières (AFM). Ainsi que le montre le [tableau 1.1](#), deux grandes approches méthodologiques peuvent être distinguées : bilan et modélisation.

*Tableau 1.1. Approches méthodologiques pour l'étude des flux de matières. Source : Augiseau et Kim (2021b)*

Approche	Principe	Avantages	Limites
Bilan ou comptabilité de flux selon les guides de l'Eurostat (2003 puis mises à jour) pour des pays et du CGDD en 2014 pour des départements et régions de France (approche dite descendante)	Etudier les entrées et sorties de matières des activités du territoire dans leur ensemble, à partir des statistiques disponibles sur les imports/exports, l'extraction et la gestion des déchets	Périmètre large d'activités et matières étudiés  Limite haute des flux	Faible précision en termes d'activités, matières et espaces liés aux flux (données par grandes catégories de matières) une échelle souvent supra-municipale)  Peu adaptée pour projeter les flux (approche statique)
Modélisation des flux selon l'exemple de Baccini et Brunner (1991) (approche dite ascendante)	Étudier les flux de matières entrant et sortant de processus au sein d'un territoire, processus par processus (par exemple les chantiers de construction de bâtiments, puis les chantiers de réhabilitation, etc.)	Plus grande précision en termes d'activités, matières et espaces liés aux flux  Permet de projeter les flux (approche dynamique)	Périmètre restreint d'activités et de matières étudiées du fait des données disponibles  Incertitude liée au modèle utilisé

Pour étudier la métropole, ces approches méthodologiques ont été croisées. En effet, le bilan de flux de matières (hors eau) permet d'estimer la consommation par grande catégorie de matières et de comparer la métropole avec d'autres territoires. Il est complété par 6 études ciblées qui permettent de préciser l'information :

- Une modélisation de stocks et flux de matériaux de construction et déchets de chantiers (flux entrant et sortant des chantiers liés aux bâtiments, réseaux routier et ferré);
- Une modélisation de stocks et flux de véhicules et équipements électriques et électroniques (consommation et génération de déchets) ;
- Une modélisation des flux de produits alimentaires, déchets et autres émissions associées (consommation par la population et flux amont dans et hors métropole, déchets organiques et rejets dans les réseaux d'assainissement, contenu en azote et phosphore) ;
- Une étude semi-quantitative des flux de déchets d'activité économique hors bâtiment et travaux publics (étude réalisée par Florian Lacombe de l'Observatoire régional des déchets) ;
- Un bilan des flux d'eau ;
- Une synthèse sur les flux d'énergie sur la base des données de la base Energif.

Le bilan de flux se réfère aux guides de l'EUROSTAT (2018) et du CGDD (2014) et reprend une partie des adaptations proposées pour l'Ile-de-France et Paris en 2015 (Augiseau et Barles, 2018 ; CitéSource, 2019).

Les flux indirects associés aux importations et exportations sont estimés selon les recommandations du guide publié par le CGDD (2014) sur la base de coefficients issus de statistiques nationales (mêmes coefficients que pour l'étude de l'Ile-de-France et Paris en 2015)<sup>(1)</sup>.

Les modélisations des stocks et flux de matériaux s'appuient sur les travaux de recherche menés de 2014 à 2018 sur la région Ile-de-France par Vincent Augiseau puis poursuivis par CitéSource (voir Augiseau et Kim, 2021<sup>1a</sup> ; 2021b). Les autres méthodes de modélisation ont été développées par CitéSource pour cette étude, en s'appuyant pour les produits alimentaires sur les études menées dans le cadre du programme de recherche PIREN Seine, du projet CONFLUENT et du projet OCAPI par S. Barles, G. Billen, P. Chatzimpiros, F. Esculier et J. Garnier (dont Barles et al., 2010 ; Esculier, 2018).

---

<sup>1</sup> De l'ordre de 5 % des déchets solides du territoire selon une estimation de l'ORDIF présentée dans le PCAEM (biodéchets hors déchets verts et assimilés), de même que selon la modélisation des déchets de l'extraction à la consommation réalisée pour cette étude (voir ci-après). Les déchets alimentaires générés par les ménages forment respectivement 2 et 1 % de l'ensemble des déchets de la métropole en 2017 selon ces mêmes sources.

### 1.1.3. Indicateurs spécifiques à chaque approche

Le bilan de flux permet de calculer 3 principaux indicateurs de consommation :

- **Consommation intérieure (ou apparente corrigée)** : somme de l'extraction intérieure utilisée et des importations directes dont sont déduites les exportations directes; sont exclus du calcul les déchets importés et exportés (consommation dite corrigée), de même que les déchets valorisés localement sont incluses toutes les matières premières utilisées lors de la production de matériaux (fabrication de plâtre par exemple), les flux de terres (remblais) sont exclus du calcul de la consommation intérieure selon la méthode Eurostat-CGDD car ils entrent dans une catégorie dite extraction inutilisée. En réalité, une partie des déblais (de l'ordre de 10 % en Ile-de-France : Augiseau, 2017) est utilisée en chantier : réemploi direct ou valorisation après passage en installation de gestion des déchets ; les déblais sont aussi utilisés pour le réaménagement de carrières.
- **Somme de la consommation intérieure de matières et de la valorisation matière locale** (matières issues d'un recyclage, réutilisation ou réemploi de déchets au sein du territoire, hors valorisation de matières organiques et valorisation énergétique).
- **Consommation en équivalent matières premières ou empreinte matières** : somme de la consommation intérieure et des flux indirects liés aux importations dont sont soustraits les flux indirects liés aux exportations.

Les résultats issus des deux approches sont cohérents mais les périmètres étant différents, ils ne peuvent être comparés précisément. Par exemple, la consommation intérieure de matériaux estimée selon le bilan inclut toutes les matières premières utilisées lors de la production de matériaux (fabrication de plâtre par exemple). De plus, dans le bilan de flux, les déchets valorisés localement ne sont pas comptés dans la consommation intérieure. Dans la modélisation, seuls les matériaux mis en œuvre dans les chantiers sont comptés, et non les flux spécifiques aux activités de production (voir Annexe 2).

De plus, selon la méthode du bilan de flux de matières Eurostat-CGDD, les déblais, terres excavées lors de chantiers du bâtiment ou des travaux publics, entrent dans la catégorie extraction dite inutilisée, dans la mesure où elles n'ont généralement pas de valeur monétaire. Elles ne sont donc pas comptées dans la consommation intérieure et dans les émissions vers la nature. En réalité, une partie des déblais est utilisée : réemploi direct ou valorisation en chantier après passage en installation de gestion des déchets, réaménagement de carrières.

Par ailleurs, afin de pouvoir comparer la métropole à d'autres territoires, certains flux sont rapportés à la population et exprimés en tonne par habitant. Notons néanmoins que les flux, par exemple la consommation intérieure, ne résultent pas uniquement de la population du territoire. Les personnes qui y viennent pour travailler, étudier ou lors de leurs loisirs y contribuent également, de même que les chantiers de construction qui peuvent être destinés à accueillir de futurs habitants ou emplois. De plus, la consommation intérieure dépend de l'ampleur des activités industrielles et des flux spécifiques que ces dernières génèrent.

## 1.2. Le métabolisme de la métropole selon le bilan de flux de matières

### 1.2.1. Vue d'ensemble du métabolisme de la métropole et éléments clés d'analyse

La figure 1.2 montre une vue d'ensemble du métabolisme de la métropole en 2017 selon la méthode du bilan de flux. Elle fait apparaître 5 points clés qui seront développés dans les paragraphes suivants :

- Une consommation de matières engendrant d'importants flux indirects (empreinte matières) du fait d'un espace densément urbanisé et d'activités majoritairement tertiaires ;
- Des activités de construction (BTP), production énergétique et alimentation qui génèrent les trois quarts de la consommation du territoire ;
- Des ressources renouvelables ou locales formant une faible part de la consommation intérieure ;
- D'importants flux de déchets comparés à la consommation intérieure et résultant notamment d'un fort renouvellement urbain ; une forte valorisation des déchets mais une faible circularité au sein du territoire (déchets valorisés dans le territoire rapportés à la consommation intérieure).



CitéSource

Figure 1.2. Synthèse du bilan de flux de la métropole en 2017 (Mt). Source : cette étude (CitéSource)

### 1.2.2. Consommation : un espace densément urbanisé accueillant des activités tertiaires et générant d'importants flux indirects

7 millions d'habitants, 6 millions d'emplois et près d'1 million d'entreprises composent la Métropole du Grand Paris (IAU et APUR, 2018).

Le territoire concentre 58 % de la population d'Ile-de-France et 69 % des emplois sur 7 % du territoire régional. Les établissements situés dans la métropole génèrent près du quart de la richesse de la France.

Le territoire est aussi la première destination touristique mondiale. Les activités tertiaires dominent et représentent plus de 90 % des emplois de même que de la valeur ajoutée de la métropole (IAU et APUR, 2018).

Ces caractéristiques influent sur la consommation intérieure qui s'élève à 25 Mt en 2017. Ainsi que le montre la figure 1.3, la consommation intérieure par habitant de la métropole se situe entre celle de la ville de Paris et celle de l'ensemble de la région Ile-de-France. Elle est, cependant, nettement plus faible que celle de l'ensemble de la France.

L'urbanisation dense du territoire impacte en effet la consommation de matériaux de construction, matières formant une grande partie des flux (voir ci-après). La faible présence d'activités industrielles induit de moindres pertes de matières au sein de ces activités, et par conséquent une moindre consommation intérieure.

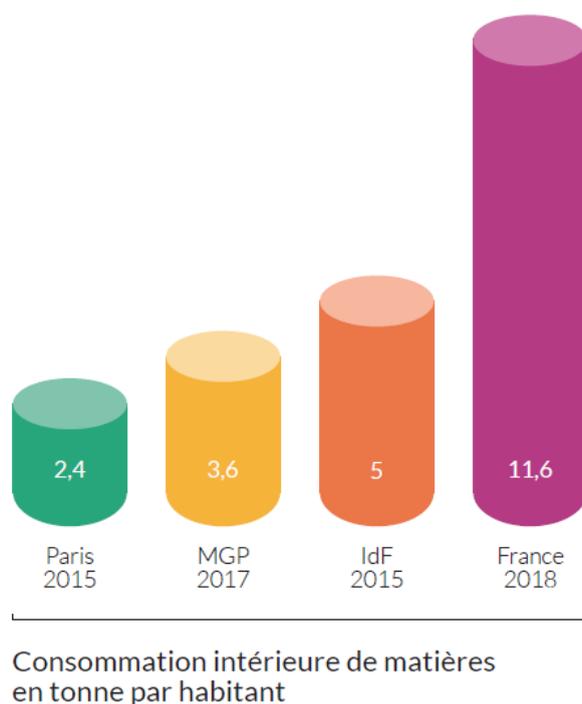


Figure 1.3. Comparaison des consommations intérieures de matières par habitant (t/hab). Source : cette étude (CitéSource), CitéSource (2019), Augiseau et Barles (2018), CGDD-SDES (2021)

D'autres matières, issues de la valorisation locale de déchets, sont utilisées par les activités de la métropole. En 2017, environ 5 Mt de déchets sont valorisés puis utilisés au sein de la métropole : granulats issus du recyclage de déchets minéraux de chantiers, déchets incinérés avec valorisation énergétique et déchets verts ou organiques valorisés localement. Ce sont ainsi 30 Mt de matières qui sont utilisées par les activités du territoire (consommation intérieure + toutes les matières valorisées puis utilisées localement). Si l'on ne tient compte que de la valorisation matière (production de granulats recyclés surtout), ce sont 27 Mt qui sont utilisés (consommation intérieure + matières recyclées puis utilisées localement).

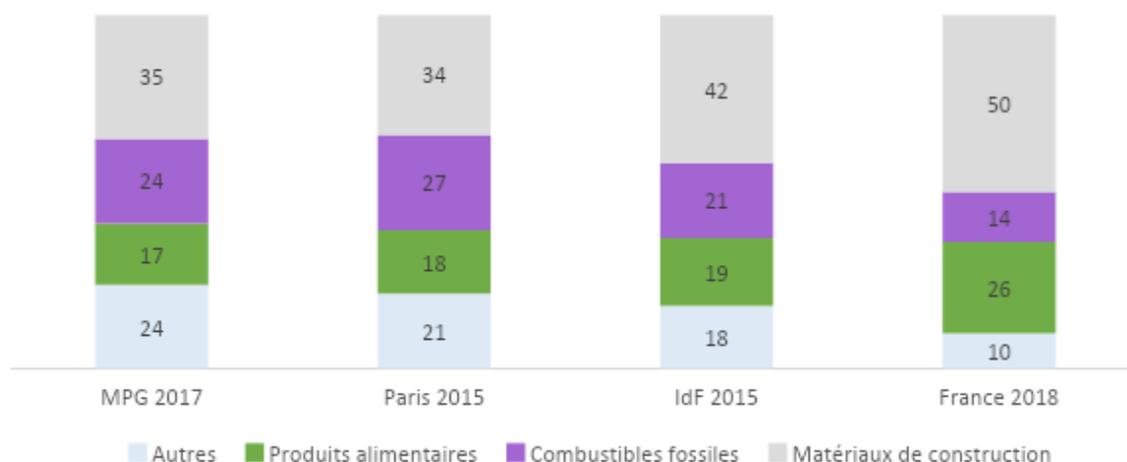
Une vision plus large de la consommation du territoire peut être adoptée en tenant compte des flux indirects liés aux importations et exportations (voir points 1.1.2 et 1.1.3). La consommation dite en équivalent matières premières, ou empreinte matières, s'élève à 19 t/hab. Elle est très proche de celle de la région, 20 t/hab, de même que de la France en 2010, 18 t/hab, selon une

estimation du CGDD-SoeS (2013). Ainsi, si la consommation intérieure par habitant de la métropole est inférieure à la moyenne régionale ou française, l’empreinte matières est du même ordre de grandeur. Notons que le calcul d’une empreinte matières à une échelle locale présente une forte incertitude du fait des données disponibles (voir points 1.1.2 et 1.1.3).

Les matériaux de construction, les combustibles fossiles et les produits alimentaires forment plus des trois quarts de la consommation intérieure de la métropole (figure 1.4). Ils constituent également les premiers postes de consommation de Paris, de la région Ile-de-France, de la France, de même que de l’Union Européenne.

Les matériaux de construction utilisés par les chantiers du bâtiment et des travaux publics représentent la première consommation intérieure de la métropole. Notons que les matériaux issus du recyclage et réemploi local de déchets de chantiers ne sont pas comptés dans l’indicateur consommation intérieure. De même, les terres utilisées en remblais ne sont pas comptées dans cet indicateur (voir 1.1.3). La plus faible part des matériaux de construction dans la consommation intérieure de la métropole par rapport aux valeurs régionale ou nationale est liée à la densité de population et aux caractéristiques du bâti (voir 2.1), ainsi qu’à la moindre présence d’activités de production de matériaux hors recyclage.

Les combustibles fossiles, c’est-à-dire le pétrole, le gaz et le charbon utilisés pour produire de l’énergie, forment près du quart en masse des matières consommées. Gaz puis produits pétroliers dominent dans la consommation de combustibles en masse. Les produits alimentaires, dont sont exclues ici les boissons, représentent près du cinquième de la consommation intérieure. Suivent successivement d’autres matières premières végétales ou animales (bois de chauffage ou coton par exemple), les produits manufacturés tels que les boissons, produits de l’industrie textile ou à dominante métallique (véhicules et équipements électriques et électroniques par exemple). La figure 1.5 montre les flux formant la consommation intérieure (hors recyclage) en Mt par catégories plus fines.



Autres : Fibres, fils et tissus naturels ; Papier et cartons ; Autres matières premières végétales ou animales ; Autres minéraux et produits à dominante minérale métallique ; Autres minéraux et produits à dominante minérale non métallique ; Boissons et tabac ; Produits de l’industrie textile et habillement ; Autres produits manufacturés ; Engrais et produits chimiques ; Autres produits divers

Figure 1.4. Part des matières par grandes catégories dans la consommation intérieure (hors recyclage). Source : cette étude (CitéSource), CitéSource (2019), Augiseau et Barles (2018), CGDD-SDES (2021)

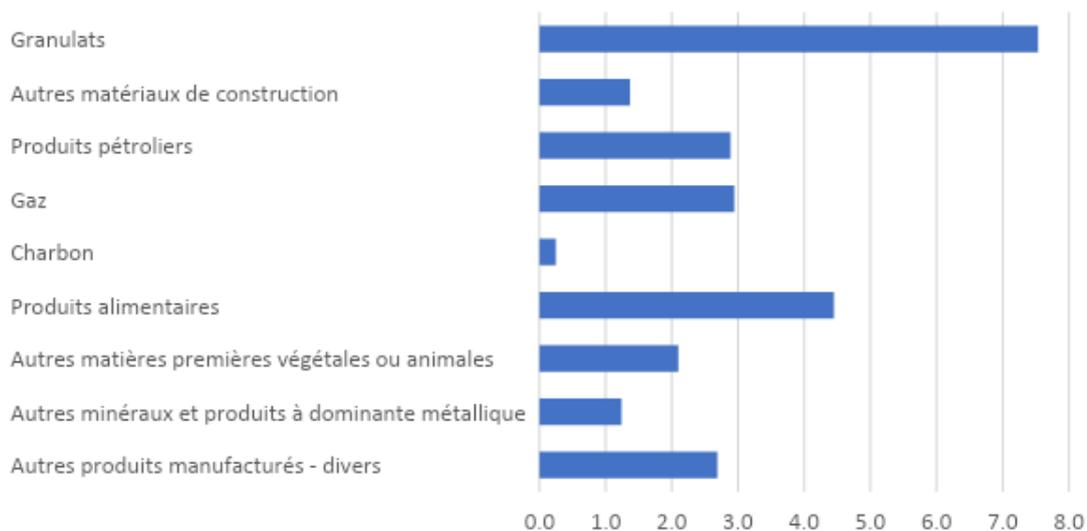


Figure 1.5. Consommation intérieure de matières de la métropole en 2017 (Mt). Source : cette étude (CitéSource)

### 1.2.3 Une faible part de ressources renouvelables ou locales dans la consommation

Les matières issues de ressources renouvelables ne représentent que 28 % de la consommation intérieure de la métropole. Il s'agit de biomasse agricole ou sylvicole destinée à l'alimentation, à la construction ou à la production d'énergie et de biens manufacturés tels que des papiers, cartons ou textiles.

De même, les ressources extraites au sein du territoire représentent une part minime de la consommation : 1,4 % de la consommation intérieure. Il s'agit pour 92 % de ressources non renouvelables : gypse alimentant l'usine de plâtre de Vaujours (Grand Paris Grand Est). La ressource en gypse en Ile-de-France est très riche et les 300 kt extraites au sein de la métropole représentent environ le vingtième de l'extraction totale française. Les espaces agricoles n'occupent que 2 % de la surface du territoire. 26 kt d'aliments dont 10 kt de betterave et 8 kt de céréales ont été récoltées. Cette production assure une très faible part de la consommation alimentaire du territoire et son développement est un enjeu pour la Métropole (voir 1.3.1. 2 kt de bois ont par ailleurs été récoltées au sein de forêts qui occupent 8 % du territoire de la métropole et constituent surtout des espaces de loisirs. Le bois récolté est très majoritairement issu d'espèces feuillues, peu utilisées aujourd'hui pour la construction.

### 1.2.4 Des activités fortement génératrices de déchets

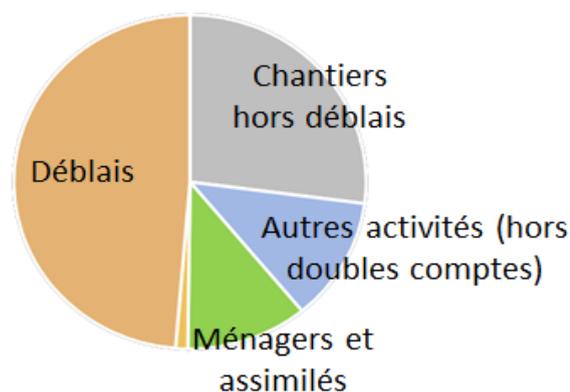
Les activités de la métropole ont généré 27 Mt de déchets solides en 2017. Ainsi que le montre la figure 1.6, près de la moitié de ces déchets est formée de déblais, c'est-à-dire de terres excavées lors de chantiers du bâtiment ou des travaux publics qui ne sont pas directement réemployés en chantier et prennent le statut de déchet.

Notons que selon la méthode du bilan de flux de matières Eurostat-CGDD, ces matières entrent dans la catégorie extraction dite inutilisée et ne sont pas considérées comme des déchets (voir point 1.1.3).

Les déchets de chantiers hors déblais forment un peu plus du quart de l'ensemble des déchets de la métropole en 2017. Parmi ces déchets, figurent des débris de démolition de bâtiments (notamment du béton). Les chantiers génèrent ainsi plus des trois quarts des déchets de la métropole, part du même ordre que celles de l'Ile-de-France et de la France. Ces flux sont élevés pour un espace déjà densément urbanisé et montrent le dynamisme du renouvellement urbain à l'œuvre dans le territoire.

Les autres activités économiques (hors BTP et déchets d'activité inclus dans les déchets ménagers et assimilés) constituent la deuxième source de déchets. Ces déchets proviennent d'activités diverses et diffuses, notamment les services (voir 1.4.4). Suivent les déchets ménagers et assimilés, qui comprennent des matières moins importantes dans l'ensemble des flux mais à fort enjeux, notamment les plastiques et les déchets alimentaires (voir 1.3). Les déchets alimentaires générés par les ménages et les activités économiques représentent environ 5 % des déchets solides de la métropole en 2017 (1 à 2 % pour les déchets alimentaires ménagers seulement <sup>(2)</sup>). Les déchets plastiques forment 2 % des déchets en Ile-de-France (estimation de L'Institut Paris Region, 2021b rapportée aux flux totaux de la région en 2015 selon Augiseau et Barles, 2018).

Les déchets collectés dans le cadre de filières spécifiques dites à responsabilité élargie du producteur telles que les véhicules hors d'usage ou les équipements électriques et électroniques (hors flux comptés dans les déchets ménagers) et les boues de stations d'épuration forment la dernière catégorie présentée dans le diagramme.



*Figure 1.6. Parts des activités dans les déchets générés dans la métropole en 2017. Source : cette étude (CitéSource) d'après données ORDIF, PRPGD, SINOE, SYDEREP, SIAAP*

<sup>2</sup> De l'ordre de 5 % des déchets solides du territoire selon une estimation de l'ORDIF présentée dans le PCAEM (biodéchets hors déchets verts et assimilés), de même que selon la modélisation des déchets de l'extraction à la consommation réalisée pour cette étude (voir ci-après). Les déchets alimentaires générés par les ménages forment respectivement 2 et 1 % de l'ensemble des déchets de la métropole en 2017 selon ces mêmes sources.

Comme le souligne la figure 1.7, la comparaison de la masse de déchets rapportée à la population montre que la métropole émet plus de déchets par habitant que Paris et l'Île-de-France en 2015. Cette différence est en partie liée au plus fort dynamisme de l'activité du BTP en 2017 par rapport à 2015, ainsi qu'à la concentration des chantiers au sein de la métropole (notamment infrastructures souterraines de transport). La génération de déchets par habitant est moindre que pour l'ensemble de la France, ce que l'on peut relier à la spécificité des chantiers du BTP de la métropole (voir 2.1).

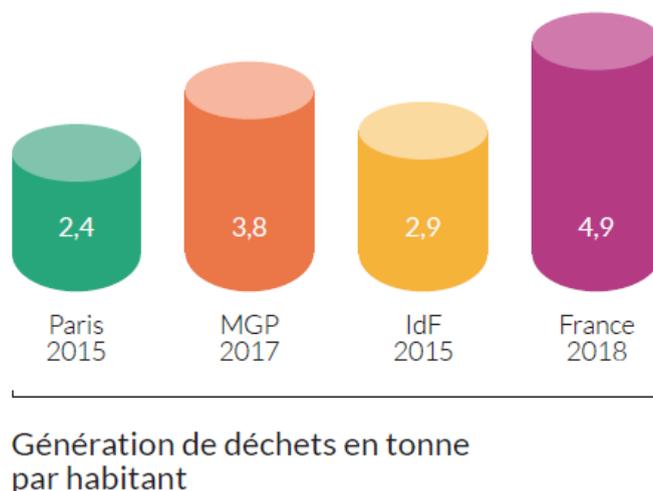


Figure 1.7. Comparaison des déchets générés par habitant (t/hab). Source : cette étude (CitéSource), CitéSource (2019), Augiseau et Barles (2018), ADEME (2020)

### 1.2.5. Une forte valorisation des déchets mais une faible circularité au sein du territoire

Environ 20 Mt de déchets ont été valorisés en 2017, localement ou en dehors de la métropole. Le taux de valorisation (toutes valorisations matière et énergie selon la réglementation) se situe autour de 70 % et est ainsi du même ordre que les taux respectifs de l'Île-de-France et de la France. Ainsi que le montre la figure 1.8, le cinquième des déchets est valorisé localement, c'est-à-dire dans la métropole : 2 Mt de granulats issus du recyclage, 2,4 Mt de déchets incinérés avec une valorisation énergétique et de l'ordre de 10 kt de matières végétales ou organiques valorisées (surtout des déchets verts issus de l'entretien de parcs et jardins).

La moitié des déchets est valorisée hors de la métropole et utilisée majoritairement pour le réaménagement de carrières (déchets de chantiers et en particulier des déblais). Le quart des déchets est enfoui en installations de stockage hors de la métropole, majoritairement en Île-de-France. Notons que les déchets enfouis ne constituent pas les seules matières émises dans le milieu naturel. 16 Mt de dioxyde de carbone ont été émis par les activités de la métropole en 2017 (AIRPARIF, 2019), notamment lors de l'incinération de déchets. Les émissions locales et externes vers la nature s'élèvent ainsi à 26 Mt en 2017 (indicateur Eurostat LEPO).

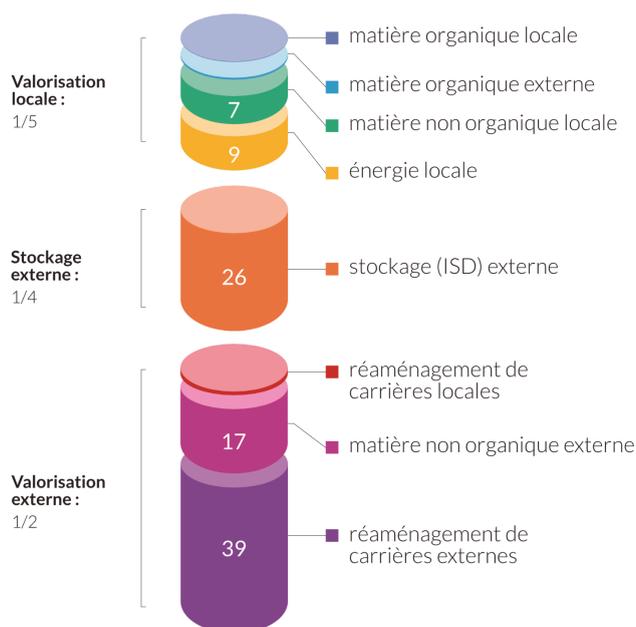


Figure 1.8. Gestion des déchets de la métropole en 2017. Source : cette étude (CitéSource) d'après données ORDIF, PRPGD, SINOE, SYDEREP, SIAAP



La circularité des flux au sein du territoire peut être caractérisée selon plusieurs indicateurs. Haas *et al.* (2015) proposent de rapporter le recyclage local de déchets à l'ensemble de la consommation intérieure et du recyclage local. Les auteurs excluent la valorisation énergétique du calcul de cet indicateur, car elle ne permet qu'un usage unique des matières. Compostage et épandage ne sont pas pris en compte car ils sont considérés comme une émission dissipative de matières dans la méthode Eurostat.

L'indicateur de circularité ainsi calculé pour la métropole en 2017 est de 7 %. Cette valeur est du même ordre que celle estimée par Haas *et al.* (2015) pour l'Union Européenne en 2005, 6 %. Ce taux est considéré par les auteurs comme faible au regard des enjeux environnementaux mondiaux tels que l'épuisement de ressources naturelles. De plus, il inclut des formes de valorisation dites de sous-cyclage pour lesquelles les matières sont utilisées avec une exigence de qualité moindre qu'avant leur recyclage. Pour la métropole, le taux varie cependant selon les activités et matières. Par exemple, dans le BTP les granulats issus du recyclage couvrent environ 17 % de la consommation du territoire.

La métropole exporte des déchets qui donnent lieu à un recyclage hors de son territoire. Ces déchets exportés puis valorisés sont pris en compte dans un indicateur dénommé taux d'utilisation circulaire, défini par le CGDD-SDES (2021) comme le rapport entre un ensemble nommé utilisation circulaire (déchets recyclés localement - déchets importés puis valorisés + déchets exportés puis valorisés) et la somme de consommation intérieure de matières (DMC) et de l'utilisation circulaire. Ce taux est de 29 % pour la métropole en 2017, valeur nettement supérieure à celle estimée pour la France en 2017 : 19 %. Ceci tient en bonne partie au dynamisme de l'activité de production de granulats dans le territoire et plus largement en Ile-de-France (voir point 2.1). Ce dynamisme pourrait être renforcé par le développement de plateformes de tri et valorisation des déchets de chantiers (voir point 2.2 et 2.3).

### 1.3. Focus sur les véhicules et équipements, les déchets d'activité économique hors chantiers, l'eau et l'énergie

#### 1.3.1. Flux d'eau

La figure 1.9 montre le bilan synthétique des flux d'eau de la métropole en 2017. On observe des masses très grandes mobilisées en comparaison avec les flux d'autres matières, de même qu'une dépendance de la métropole envers d'autres territoires pour l'approvisionnement d'une partie de sa consommation (60 Mt importés).

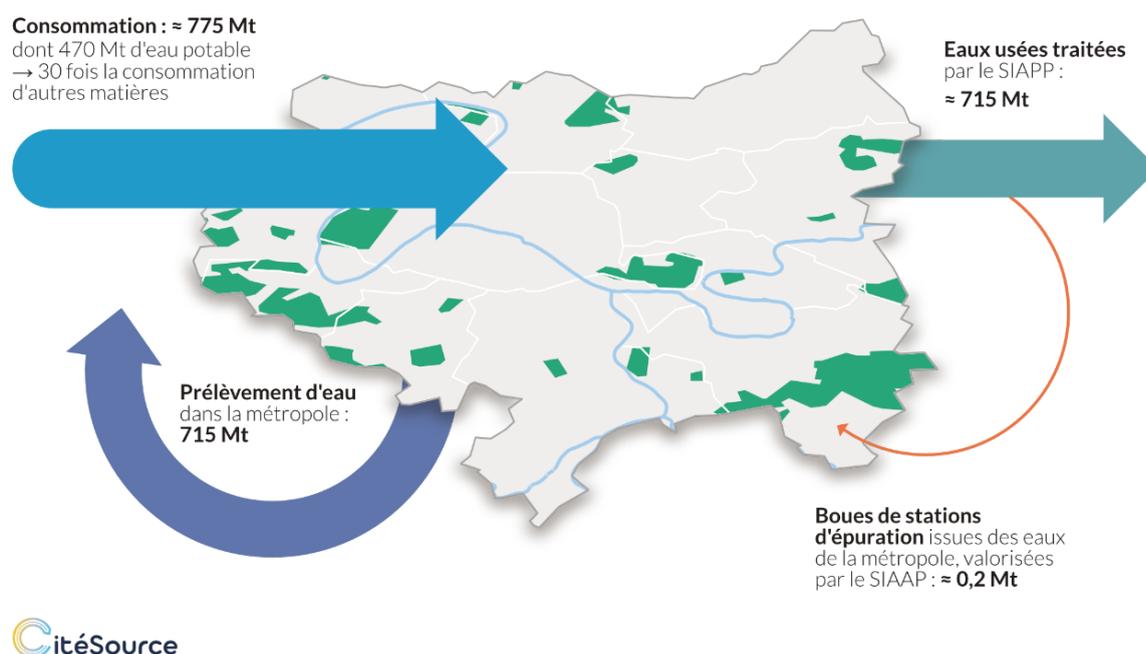


Figure 1.9. Bilan synthétique des flux d'eau de la métropole en 2017. Source : CitéSource d'après bases de données SICOMORE et CartOgraph', rapports d'activité Eau de Paris et SIAAP

Un peu plus de la moitié des prélèvements de la métropole en 2016 est dédié à l'alimentation en eau potable. La consommation d'eau potable par habitant varie fortement selon les communes : elle est 5 à 6 fois supérieure pour certains arrondissements de Paris que pour certaines communes de la métropole. Paris (T1) domine au sein de la métropole avec plus du tiers de la consommation d'eau potable, suivie par Paris Ouest La Défense (T4) et Grand-Orly Seine Bièvre (T12) (chacun environ 10 % de la consommation du territoire). La production d'eau non potable représente la seconde consommation, avec le quart des prélèvements. Cette utilisation d'eau non potable (notamment pour le nettoyage des voiries ou l'arrosage d'espaces verts) provenant du canal de l'Ourcq et de la Seine depuis environ deux siècles est un atout pour le territoire et permet de réduire l'utilisation d'eau potable. Suivent dans la consommation les autres usages industriels (1/6 des prélèvements) et l'irrigation (moins d'1% des prélèvements). Cette consommation et la dépendance du territoire envers les captages en eaux extérieures génèrent de forts enjeux, dans un contexte d'accroissement des tensions sur les ressources en eau avec le réchauffement climatique.

### 1.3.2. Flux d'énergie

Une synthèse des données de la base Energif du ROSE pour 2018 permet de mettre en perspective la consommation massive de combustibles fossiles, matières représentant le quart de la consommation intérieure de la métropole. Ces combustibles dominent dans la consommation énergétique finale hors transport (Wh) et forment 56 % de cette dernière. Si les données Energif disponibles pour la métropole n'incluent pas le transport, on peut faire l'hypothèse que la part du transport dans la consommation finale totale de la métropole est relativement proche de celle de l'Île-de-France : 40 % (MGP, 2018). Le transport recourant majoritairement à des combustibles fossiles, la part de ces derniers dans la consommation énergétique finale totale est par conséquent supérieure à 56 %.

Ces ressources sont importées depuis des territoires distants : pour Paris en 2006, la distance moyenne pondérée d'approvisionnement est d'environ 4 000 km pour les produits pétroliers, 2 500 km pour le gaz et 6 000 km pour le charbon (3 850 km pour toutes les ressources énergétiques ; Kim, 2013).

Par ailleurs, la production d'énergie au sein de la métropole représente le tiers de la consommation hors transport du territoire. Production d'électricité à partir de sources non renouvelables (gaz et fioul), production de chaleur via la géothermie basse énergie et chaufferies biomasse forment chacune environ le tiers de la production. La valorisation des déchets représente une source d'énergie non négligeable mais relativement faible dans l'ensemble de la production : 7 %. Le solaire photovoltaïque est très minoritaire (0,5 %) mais en fort développement.

### 1.3.3. Véhicules et équipements électriques et électroniques

#### *Modélisation des stocks et flux*

Cette partie présente les résultats de la modélisation des flux de la métropole en 2017, selon une méthode développée par CitéSource pour cette étude. Deux ensembles de véhicules sont pris en compte : les voitures particulières (qui incluent des voitures de fonction) d'une part ; les véhicules de transport en commun circulant ou stationnant au sein de la métropole d'autre part : bus de la RATP et rames de tramway, métro et RER. Les ordinateurs scolaires et professionnels sont étudiés, de même que 11 équipements électriques et électroniques des ménages : ordinateurs, tablette, téléphone mobile, téléphone fixe, téléviseur, lecteur DVD, réfrigérateur, four, four à micro-ondes, lave-linge, lave-vaisselle (voir Annexe 3).

La figure 1.10 montre la modélisation des flux et stocks liés aux véhicules et équipements de la métropole en 2017. Elle fait apparaître 3 points clés qui seront développés ci-dessous :

- Une consommation comprenant une forte part de biens d'occasion, stable mais en évolution ;
- Une forte accumulation de matières et notamment de métaux critiques au sein de la métropole ;
- D'importants flux de déchets qui sont très majoritairement exportés du territoire.

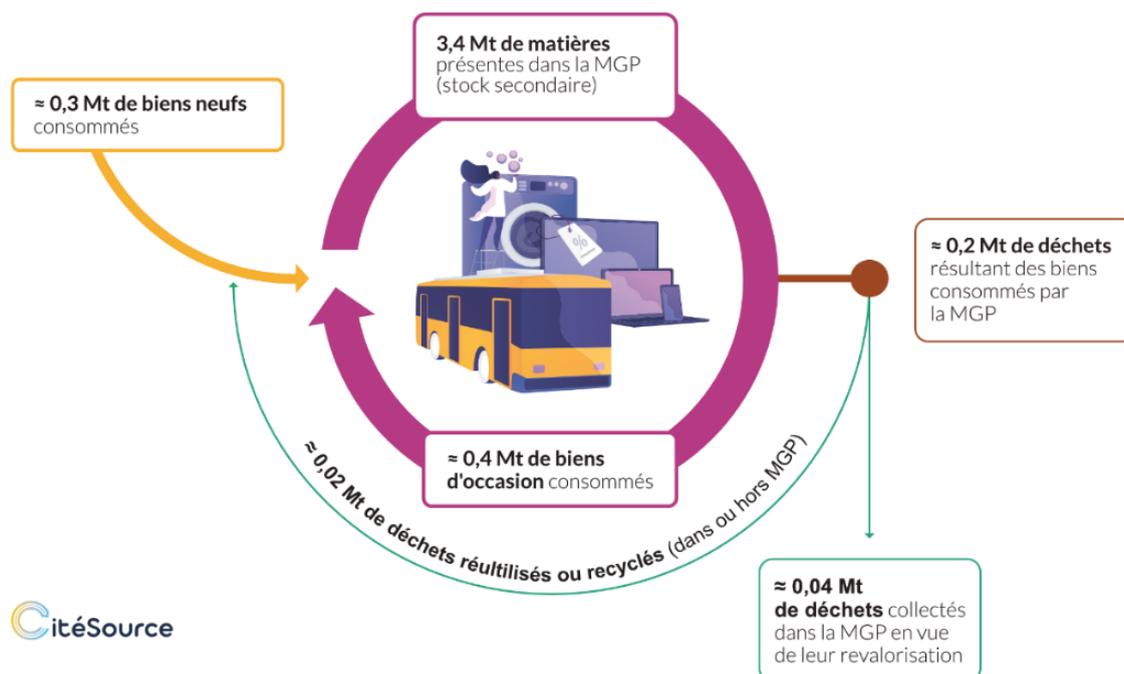


Figure 1.10. Stocks et flux liés aux véhicules et équipements de la métropole en 2017 (Mt). Source : modélisations de CitéSource

Une consommation comprenant une forte part de bien d'occasion, stable mais en évolution

Environ 650 kt (90 kg/hab.) de matières présentes dans les véhicules et équipements ont été consommées par la métropole en 2017. Ainsi que le montre la figure 1.11, ces flux sont surtout générés par l'achat de véhicules neufs ou d'occasion, puis par l'achat d'équipements ménagers. Les métaux ferreux, et en particulier l'acier, dominent dans cette consommation et forment environ 500 kt consommées. Les métaux comprennent par ailleurs environ 20 kt de métaux critiques. Les plastiques forment environ 100 kt de la consommation. A titre de comparaison, la consommation de matériaux de construction selon la modélisation comprend environ 250 kt de métaux et 50 kt de plastiques. Paris (T1) domine dans la consommation, suivie des établissements publics territoriaux (EPT)<sup>3</sup> Grand-Orly Seine Bièvre (T12), Paris Ouest La Défense (T4) et Paris-Est-Marne et Bois (T10).

<sup>3</sup> La Métropole du Grand Paris est composée de 12 établissements : Ville de Paris - T1 ; Vallée Sud Grand Paris - T2 ; Grand Paris Seine Ouest - T3 ; Paris Ouest La Défense - T4 ; Boucle Nord de Seine - T5 ; Plaine Commune - T6 ; Paris Terres d'Envol - T7 ; Est Ensemble - T8 ; Grand Paris - Grand Est - T9 ; Paris-Est-Marne et Bois - T10 ; Grand Paris Sud Est Avenir - T11 ; Grand-Orly Seine Bièvre - T12.

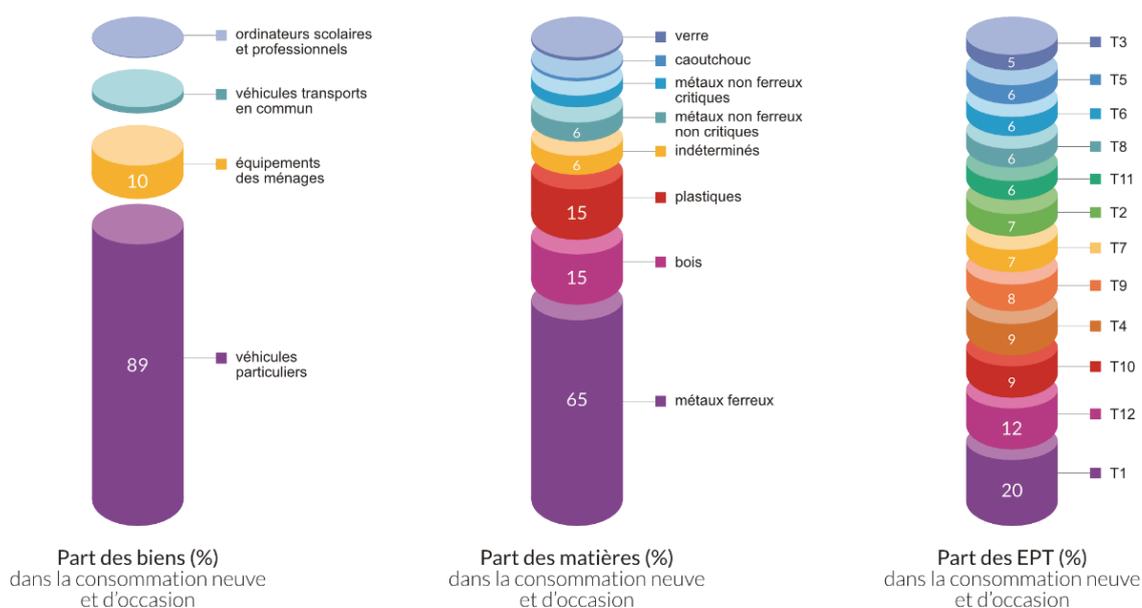


Figure 1.11. Parts des véhicules et équipements, matières et territoires dans la consommation de véhicules et équipements de la métropole en 2017 (%). Source : modélisations de CitéSource

57 % de la consommation de matières sont issus de véhicules d'occasion. En effet, ces derniers représentent environ 60 % des immatriculations en 2019. Ainsi, moins de la moitié des métaux et plastiques consommés par la métropole provient de biens neufs. De plus, on observe une légère chute du parc de véhicules particuliers au sein du territoire depuis une dizaine d'années : environ 5 % (entre 2011 et 2019), associée à une moindre puissance des véhicules (moins 5 % de véhicules de 6 CV et plus). Cette chute favorable à une moindre consommation de matières est contrebalancée par une hausse marquée de la masse moyenne d'un véhicule en France depuis 30 ans : 30 % entre 1990 et 2020 (ADEME, 2021).

La consommation de matières liées aux véhicules particuliers et de transport en commun pourrait évoluer dans les prochaines années avec le développement des moteurs électriques et à hydrogène. Le PCAEM vise 100 % de véhicules propres (hydrogène, biogaz, charge électrique rapide, etc.) d'ici 2030, avec 100 % des déplacements routiers de marchandises en véhicules propres et 400 000 véhicules électriques ou hybrides rechargeables (MGP, 2018). De plus, la Métropole souhaite mettre en place une zone à faible émission (ZFE). La RATP a défini en 2014 un objectif d'ici 2025 de conversion de la majorité de son parc de bus à l'électrique (plan Bus2025).

Ces changements pourraient néanmoins être progressifs. Une très faible part de véhicules électriques est observée en 2019 (0,8 % du parc) et ces véhicules forment 2,8 % des immatriculations neuves en 2019.

Une stabilité des consommations est observée également en France pour les équipements, notamment pour les ordinateurs, tablettes et téléphones qui avaient connu une forte croissance depuis une dizaine d'années (Baromètre du numérique, 2019) :

- Ordinateur : chute de 2 % du taux d'équipement en 10 ans (2011 à 2019) et recul depuis 2 ans (-5 % entre 2017 et 2019)
- Tablette : hausse de 38 % du taux d'équipement en 10 ans (2011 à 2019) mais recul depuis 2 ans (-2 % entre 2017 et 2019)
- Smartphone : hausse de 60 % du taux d'équipement en 10 ans (2011 à 2019) mais ralentissement depuis 2 ans (4 % entre 2017 et 2019)

Une tendance similaire est observée pour les équipements électriques dans l'agglomération parisienne selon les données de recensement, avec une légère hausse des taux d'équipement entre 2011 et 2017 (entre 1 et 4 % selon les appareils).

#### *Des stocks formant une mine urbaine de métaux en partie critiques*

3,4 Mt de matières sont présents dans les véhicules et équipements de la métropole, soit 0,5 t/hab. Cette masse est faible comparée aux stocks de matériaux de construction (164 t/hab). Cependant elle comprend des matières à forts enjeux : 2,1 Mt de métaux ferreux, 0,2 Mt de non ferreux non critiques et 0,1 Mt de métaux critiques. De même que les flux, ces stocks se situent surtout dans les véhicules et sont fortement concentrés dans Paris.

#### *D'importants flux de déchets qui sont très majoritairement exportés du territoire*

De forts flux de matières sortent chaque année des stocks, les déchets issus des véhicules et équipements étant légèrement inférieurs à la consommation. Ces déchets font l'objet d'une collecte spécifique, différente de celle des ordures ménagères, dans le cadre de filières dites à responsabilité élargie du producteur. Environ 200 kt (30 kg/hab) de déchets sont générées par le territoire et rejetées en son sein ou exportées (dont des véhicules ayant appartenu à des habitants de la métropole mais ayant atteint leur fin de vie hors du territoire).

Les véhicules et équipements en fin de vie comprennent 140 kt de métaux, soit 20 kg/hab, tandis que dans les ordures ménagères autour de 10 kg/hab. de métaux ont été collectés annuellement entre 2010 et 2015 (ORDIF, 2017). 7 kt sont des métaux critiques. Les flux de déchets plastiques sont de 35 kt, soit 5 kg/hab., tandis que 51 kg/hab. de plastiques ont été collectés annuellement dans les ordures ménagères entre 2010 et 2015 (ORDIF, 2017).

Une forte part des flux de véhicules sortant du stock de la métropole est probablement exportée et atteint sa fin de vie hors de la métropole. En effet, d'après les données sur les immatriculations, 580 kt de véhicules sont sorties du stock de la métropole tandis que seulement 125 kt de véhicules ont atteint leur fin de vie. De plus, ces véhicules hors d'usage ont très probablement été exportés, puisque seulement 18 kt ont été collectées dans le territoire en 2018. Néanmoins, les flux collectés sont fortement valorisés, le taux de réutilisation et recyclage étant de 86 % pour les véhicules collectés en 2018 (Observatoire des VHU).

Les flux de déchets d'équipements résultent de leurs faibles durées de vie : 2 à 3 ans pour les téléphones et tablettes, 6 ans pour les ordinateurs, 10 ans pour le gros électroménager. Les équipements électriques et électroniques en fin de vie sont également en partie exportés. 59 kt de déchets sont générées en 2017 selon cette étude pour seulement 26 kt collectées. La gestion des équipements en fin de vie ne permet de valoriser qu'une partie des matières : le taux de collecte moyen pour les DEEE en France en 2018 est de 52 % et le taux de réutilisation et recyclage de l'ensemble des déchets générés se situe autour de 40 %.

### 1.3.4. Déchets d'activité économique hors chantiers du bâtiment et travaux publics

Une étude réalisée par l'ORDIF (2013) apporte des estimations sur les flux de déchets d'activité économique hors déchets de chantiers du BTP et déchets dangereux en 2010 par département. Les estimations incluent les déchets assimilés, c'est-à-dire les déchets courants des petits commerces, des artisans, des services, qui sont présentés sur le trottoir dans les mêmes récipients que les ordures ménagères, et qu'il est bien souvent impossible de distinguer, lors de la collecte, des déchets ménagers. Ces flux s'élèvent à environ 1 Mt pour les départements de Paris et petite couronne en 2010. Afin d'éviter des doubles-comptes ces déchets ont été comptabilisés uniquement comme déchets ménagers et assimilés dans le bilan de flux.

Ainsi que le montre la figure 1.12, 4,1 Mt de déchets ont été générés dans les départements de Paris et de petite couronne en 2010. Ils proviennent majoritairement d'activités commerciales.

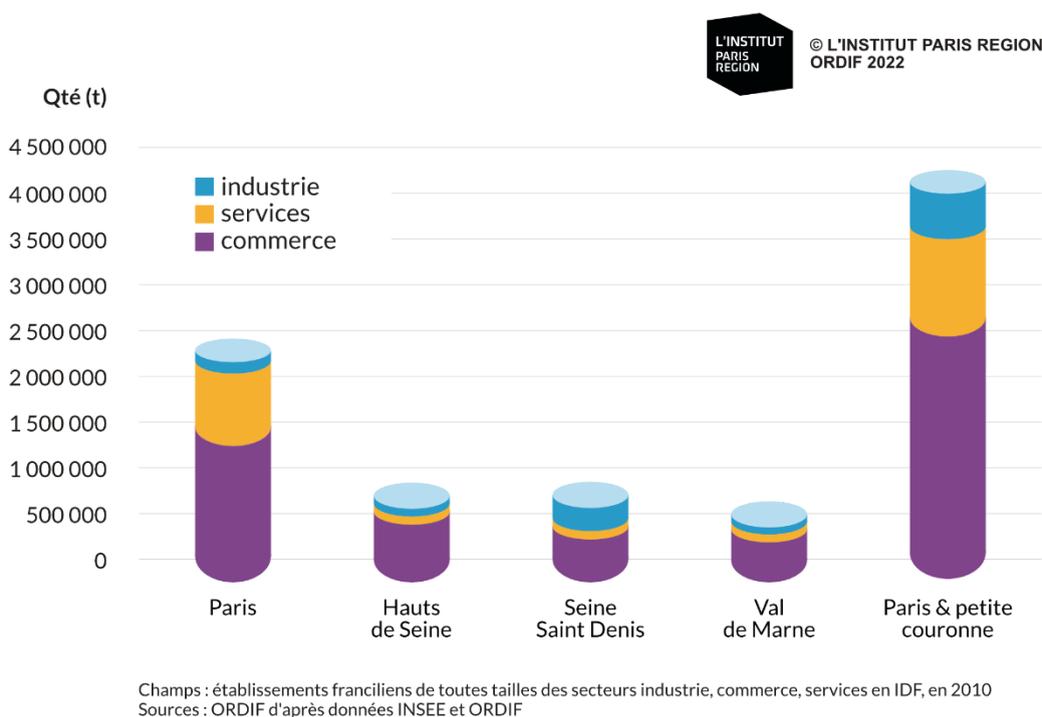


Figure 1.12. Déchets d'activité économique hors chantiers et dangereux générés par activité dans les départements de Paris et petite couronne en 2010, tonnes. Source : ORDIF (2013)

Par ailleurs, ainsi que le montre la figure 1.13, les producteurs de déchets sont surtout de petite taille et très nombreux à Paris (petits commerces, services). Pour Paris et la petite couronne, plus de 1 Mt de déchets ont été produits par des établissements de moins de 20 salariés.

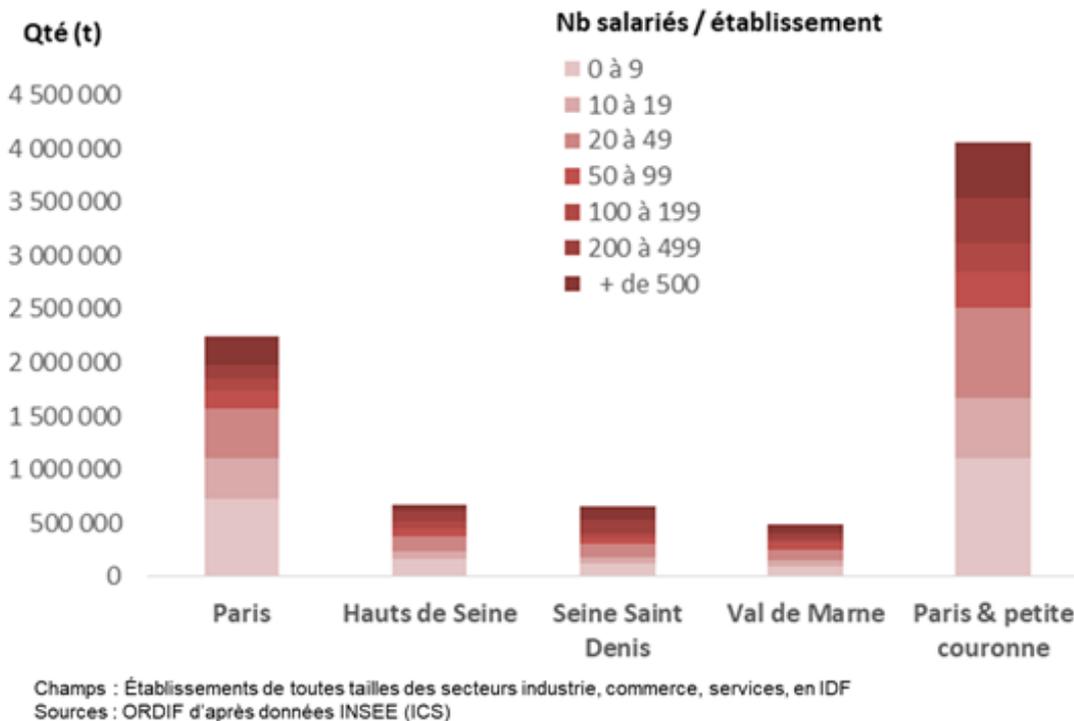


Figure 1.13. Déchets d'activité économique hors chantiers et dangereux générés par taille des établissements dans les départements de Paris et petite couronne en 2010, tonnes. Source : ORDIF (2013)

Les matières composant les déchets varient selon les activités. Ainsi que le montre la figure 1.14, pour les déchets des commerces, le carton est prépondérant. Pour les déchets de l'industrie, les métaux sont très présents avec 100 kt de flux de métaux produits essentiellement en Seine-Saint-Denis.

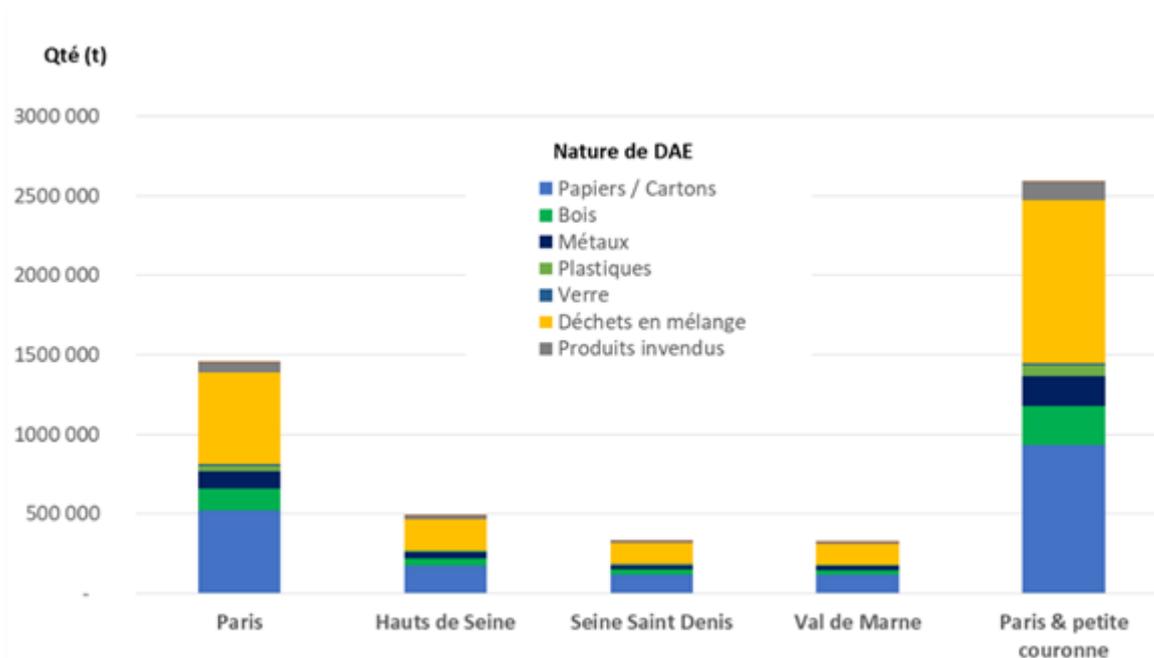


Figure 1.14. Déchets des commerces par matière, départements de Paris et petite couronne, 2010, tonnes. Source : ORDIF (2013)

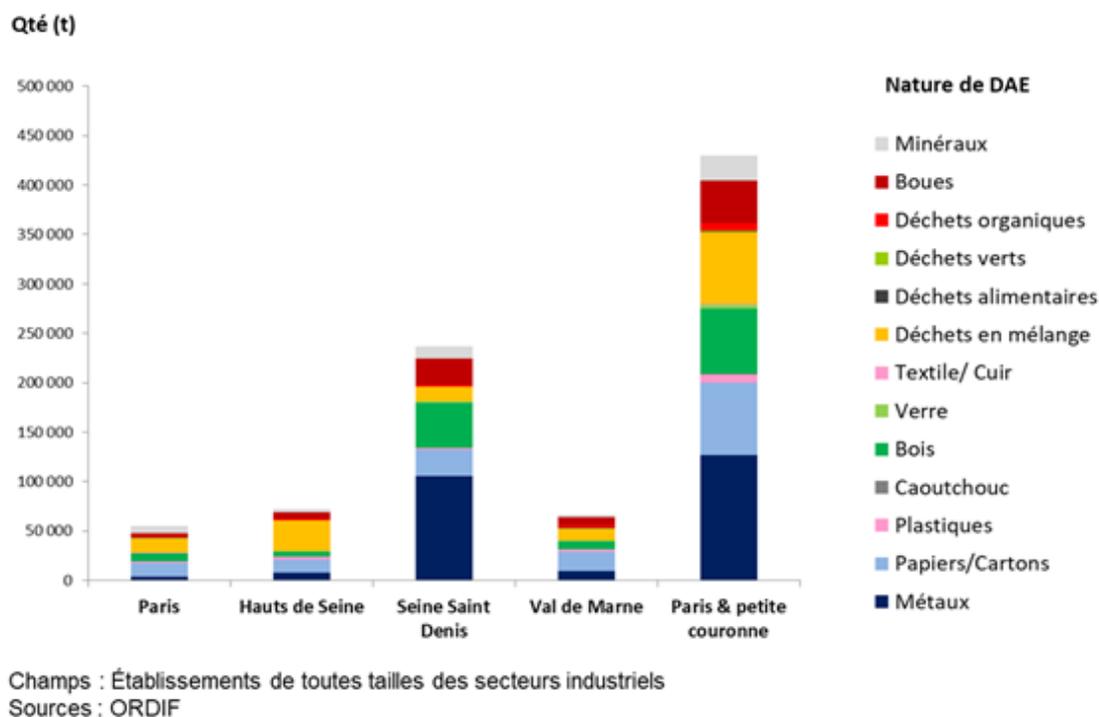


Figure 1.15. Déchets de l'industrie par matière, départements de Paris et petite couronne, 2010, tonnes. Source : ORDIF (2013)

Par ailleurs, l'industrie (dont sièges et centres de recherche et développement) est surtout implantée en petite couronne, avec notamment une forte présence de l'industrie automobile dans l'ouest de la métropole. La figure 1.16 présente la localisation des plus importantes activités industrielles par branche selon le nombre de salariés.

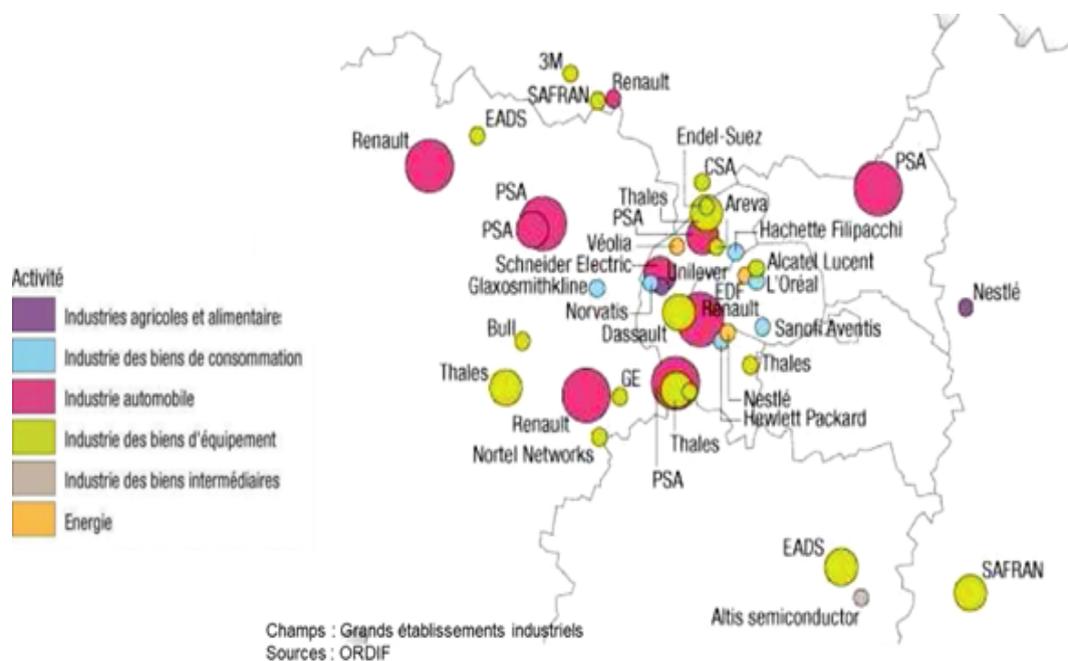


Figure 1.16. Grands établissements industriels par branche et selon le nombre de salariés, départements de Paris et petite couronne. Source : cette étude (ORDIF)

Si l'estimation des flux de déchets d'activité économique nécessite l'accès à des sources de données confidentielles et n'a pas pu être actualisée dans le cadre de cette étude, l'observation actualisée des effectifs des entreprises par activité apporte une indication sur la localisation des déchets au sein des EPT de la métropole. Paris qui représente une très forte part des déchets n'est pas prise en compte ici afin de mieux faire ressortir les spécificités des autres EPT. Ainsi que le montre la figure 1.17, les profils de répartition des effectifs sont très différents suivant les territoires :

- Information et communication concentrées en T3 et T4,
- Sciences et techniques, finances-assurances et commerces en T4,
- Transports-entreposage en T7,
- Administrations en T4, T8, T11 et T12.

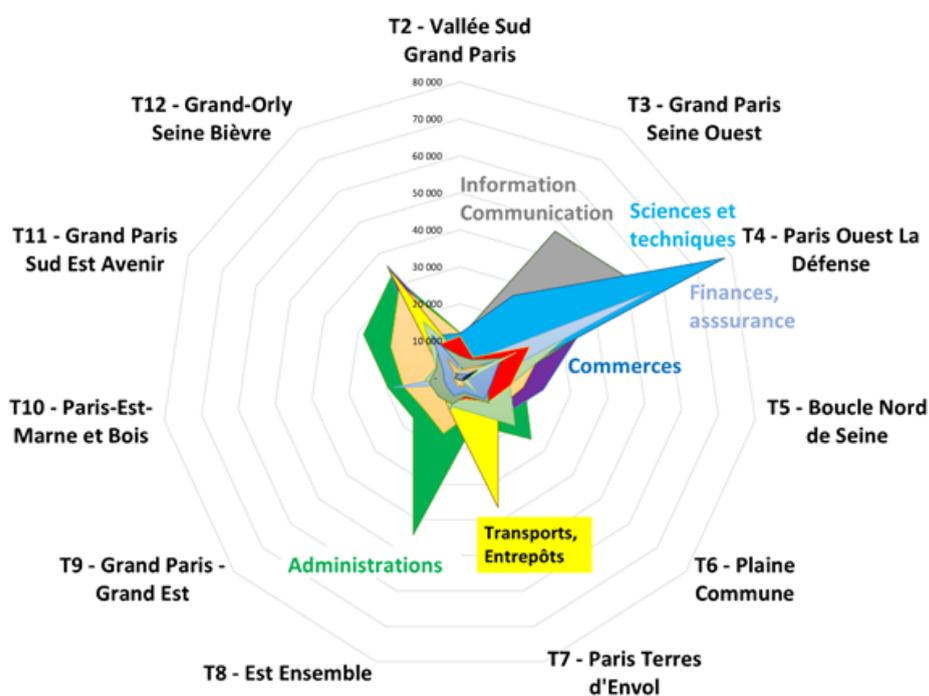


Figure 1.17. Répartition des effectifs entre les différentes activités économiques des EPT. Source : cette étude (ORDIF)

## 1.4. Enjeux liés aux ressources mobilisées par la métropole

### 1.4.1. Indicateurs de consommation selon le bilan de flux et enjeux associés

Le tableau 1.2 résume les principaux résultats du bilan de flux pour les 4 principales matières de la métropole. Il fait apparaître 3 enjeux clés associés aux flux et présentés ci-après : criticité, risques liés à la perturbation des cycles d'azote et phosphore, et risques liés à la volatilité des coûts.

Matières	Consommation intérieure + valorisation matière locale par habitant selon bilan de flux (t/hab)	Indicateurs clés	Enjeux environnementaux	Enjeux socio-économiques
Matériaux de construction	1,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Part Ren* : 2 %</li> <li>Part Extr Loc : 3 %</li> <li>Part Valo Loc : 17 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Situation émergente de raréfaction des ressources en granulats alluvionnaires</li> <li>Impacts liés au transport (matières pondéreuses)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conflits d'usage des sols liés aux activités d'extraction (carrières) et gestion des déchets (installations de stockage).</li> <li>Volatilité des coûts de matériaux qui impacte les coûts de construction.</li> </ul>
Combustibles fossiles	0,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>Part Ren : 0,4 %</li> <li>Part Extr Loc : 0 %</li> <li>Part Valo Loc : 0 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressources non renouvelables et dont l'extraction engendre des impacts sur l'environnement</li> <li>Émissions de gaz à effet de serre et de polluants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Impacts sur la santé liés à la consommation de combustibles.</li> <li>Forte volatilité des coûts qui impacte l'ensemble des entreprises et ménages.</li> </ul>
Produits alimentaires	0,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Part Ren : &gt;95 % (ordre de grandeur)</li> <li>Part Extr Loc : 0,6 %</li> <li>Part Valo Loc : &lt;5 % (ordre de grandeur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perturbation des cycles de l'azote et du phosphore.</li> <li>Dégradation de la qualité des ressources en eau et eutrophisation des milieux aquatiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enjeux de santé publique liés à l'alimentation.</li> <li>Volatilité des coûts qui impacte les ménages.</li> </ul>
Véhicules et équipements électriques et électroniques	0,2 (dont autres produits à dominante métallique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Part Ren : &lt;5 % (tout bois et caoutchouc)</li> <li>Part Extr Loc : 0 %</li> <li>Part Valo Loc : 0 %</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Raréfaction de ressources en métaux non ferreux, situation de criticité.</li> <li>Faible recyclage des métaux non ferreux et valorisation pour des besoins de qualité moindre (sous-cyclage)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forte volatilité des coûts qui impacte certaines entreprises (dont secteur automobile et aéronautique).</li> </ul>

\* Parts dans la consommation intérieure + valorisation matière locale des matières renouvelables (Ren), des matières issues de l'extraction locale (Extr Loc), des matières issues de la valorisation locale (Valo Loc).

**Tableau 1.2.** Indicateurs de consommation selon le bilan de flux et enjeux associés. Source : cette étude (CitéSource)

### 1.4.2. Criticité

Les réserves naturelles de certaines matières connaissent des situations de raréfaction à l'échelle mondiale. C'est le cas notamment du cuivre, du plomb, du nickel, de l'argent, de l'étain et du zinc dont les réserves naturelles pourraient être épuisées en 2030 (CGDD - SOeS, 2009). A cette situation de raréfaction physique s'ajoutent des facteurs socio-économiques et géopolitiques, qui engendrent pour l'approvisionnement de certains minéraux une situation dite de criticité. Au regard de la dépendance envers les importations pour leur approvisionnement, de leur très faible taux de recyclage actuel et de la faible possibilité de les substituer par une autre matière, l'Union européenne dresse ainsi en 2020 une liste d'une trentaine de matières critiques<sup>4</sup>.

En France, le Comité pour les métaux stratégiques identifie en 2018 une vingtaine de groupes de matières présentant des risques d'approvisionnement élevés ou constituant des substances stratégiques<sup>5</sup>. Le tableau 1.3 montre une dizaine d'applications présentant des risques selon le CGDD-SOES (2013). Ces applications concernent principalement la production de véhicules et d'équipements électriques et électroniques. Les taux de recyclage fonctionnel de ces matières progressent mais sont encore faibles (rapport entre le flux de métal réellement recyclé avec ses caractéristiques fonctionnelles d'origine permettant une substitution de métaux primaires, et le flux de métal contenu dans les produits en fin de vie).

<sup>4</sup> Liste 2020 des matières premières critiques pour l'UE (Commission Européenne, 2020) : Antimoine, Béryllium, Cobalt, Gallium, Germanium, Graphite naturel, Hafnium, Indium, Lithium, Niobium, Scandium, Silicium métal, Tantale, Titane, Tungstène, Vanadium, Baryte, Terres rares lourdes, Terres rares légères, Phosphore, Bismuth, Borate, Charbon à coke, Spath fluor, Magnésium, Caoutchouc naturel, Platinoïdes, Phosphate naturel, Bauxite, Strontium.

<sup>5</sup> Antimoine, Béryllium, Chrome, Cobalt, Cuivre, Iridium, Lithium, Molybdène, Nickel, Palladium, Platine, Rhénium, Rhodium, Ruthénium, Scandium, Tantale, Titane, Tungstène, Terres rares (14 éléments chimiques) (COMES, 2018).

Tableau 1.3. Présentation de quelques métaux critiques. Source : CGDD - SOeS (2013)

Applications	Principales utilisations	Métaux collectables	Taux de recyclage fonctionnel en fin de vie à échelle mondiale *
Accumulateurs Li-ion	Appareils portables, véhicules hybrides et électriques, appareils industriels	Co	> 50 %
		Li	< 1 %
Aimants	Equipements électriques et électroniques, véhicules hybrides et électriques, moteurs, alternateurs	Nd	< 1 %
		Pr	< 1 %
		Dy	< 1 %
		Tb	< 1 %
Cartes électroniques	Equipements électriques et électroniques	Ag	> 50 %
		Pd	> 50 %
		Pt	> 50 %
Condensateurs	Petits équipements électriques	Ta	< 1 %
Écrans LCD	TV, ordinateurs, téléphones portables	In	< 1 %
Lampes fluo-compactes	Éclairage domestique ou collectif	Tb	< 1 %
		Eu	< 1 %
		Y	< 1 %
		Gd	< 1 %
		La	< 1 %
		Ce	< 1 %
LED	Lampes, équipements électriques et électroniques	In	< 1 %
Panneaux photovoltaïques	Résidentiel, tertiaire, champs terrestres	/	/
Pots catalytiques	Véhicules	Pt	> 50 %
		Pd	> 50 %
		Rh	> 50 %
Poudres de polissage	Verres, cristal, céramiques	Ce	< 1 %
		La	< 1 %
		Pr	< 1 %

\* Rapport entre le flux de métal réellement recyclé avec ses caractéristiques fonctionnelles d'origine permettant une substitution à des métaux primaires, et le flux de métal contenu dans les produits en fin de vie.

### 1.4.3. Perturbation des cycles du phosphore et de l'azote

Si les flux alimentaires de la métropole sont relativement faibles en masse dans l'ensemble des matières mobilisées par le territoire, ces matières présentent un enjeu fort du point de vue de leur composition. Tout d'abord ils apportent les nutriments nécessaires à la vie de la population du territoire. De plus ils comprennent un élément chimique indispensable au fonctionnement des écosystèmes et considéré comme critique par l'Union Européenne (Commission Européenne, 2020) : le phosphore.

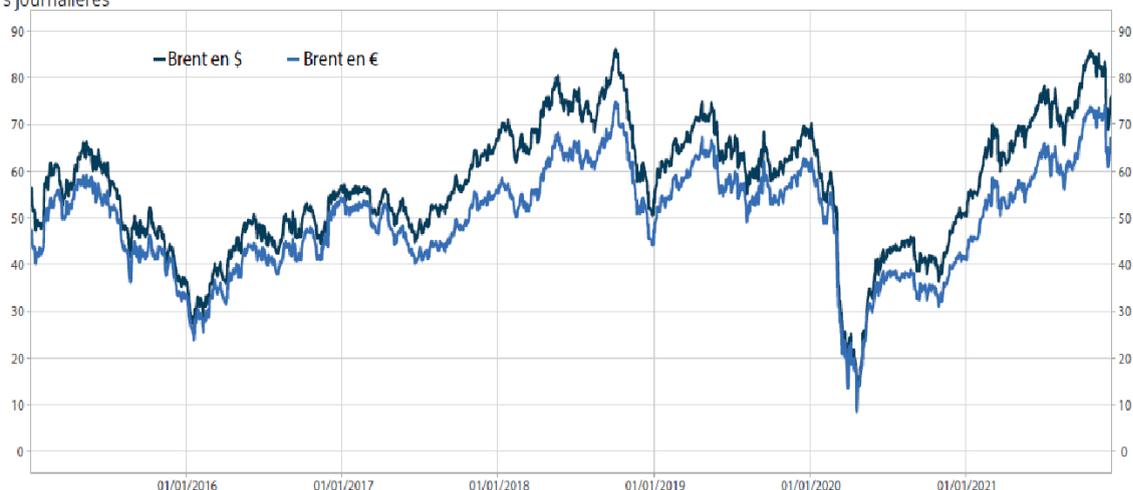
Ils sont également riches en azote, élément dont le cycle est perturbé par les fortes émissions vers l'environnement. Ces dernières génèrent une dégradation de la qualité des ressources en eau : contamination nitrique des aquifères, déficit en oxygène et eutrophisation des milieux aquatiques. La perturbation des cycles de l'azote et du phosphore est considérée comme l'une des 9 limites de la planète selon Steffen *et al.* (2015), limite qui serait déjà partiellement dépassée.

#### 1.4.4. Volatilité des coûts

Si les données disponibles lors de la réalisation de cette étude n'ont pas permis d'étudier en détail les années 2019 à 2021, des données produites ou analysées par l'INSEE en décembre 2021 montrent l'enjeu très marqué de la volatilité des coûts des matières premières ces dernières années, dans le contexte de la pandémie à la COVID-19 et ses conséquences. Ainsi que le montre la figure 1.18, les prix du pétrole, du gaz, du charbon, ainsi que des matières premières importées ont connu de très fortes variations depuis 2019. Les hausses des prix de l'énergie et des matières premières impactent les prix de production.

##### ► 1. Cours du pétrole (Brent) en dollars et en euros

valeurs journalières



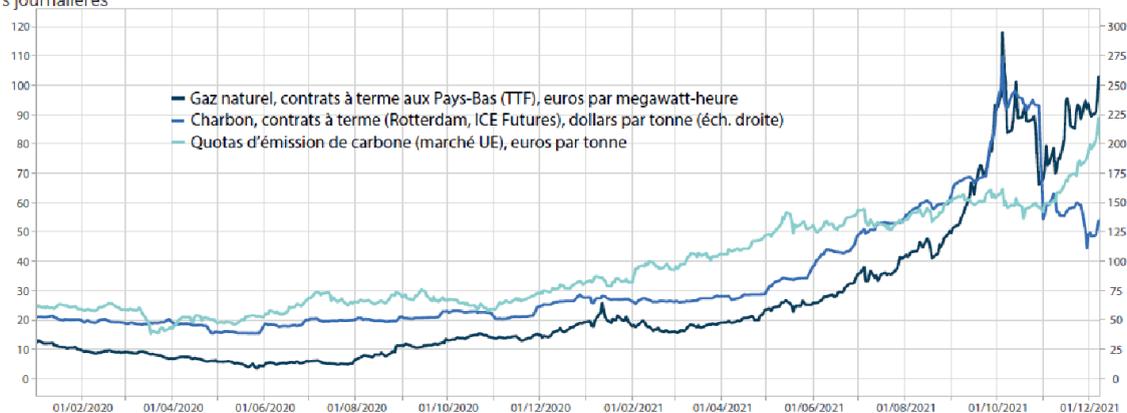
Dernier point : 9 décembre 2021

Lecture : au 9 décembre 2021, le prix du baril de Brent s'établit à 74 \$.

Source : Commodity Research Bureau

##### ► 2. Prix du gaz naturel, du charbon et de la tonne de CO<sub>2</sub>

valeurs journalières



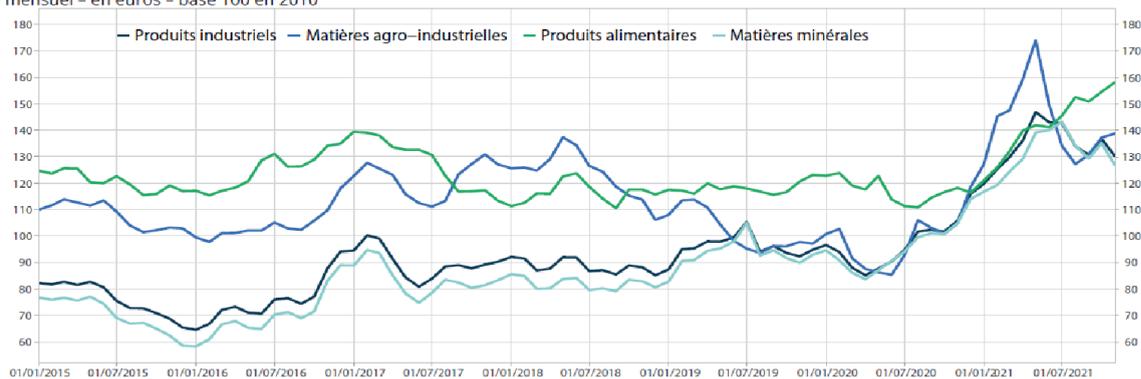
Dernier point : 9 décembre 2021

Lecture : au 9 décembre 2021, la valeur des contrats à la prochaine échéance de gaz naturel aux Pays-Bas (TTF) s'établit à 101,7 € par mégawattheure.

Source : ICE Futures Europe

### ► 3. Indices des prix des matières premières importées en France

Indice mensuel - en euros - base 100 en 2010



Dernier point : novembre 2021

Lecture : en novembre 2021, l'indice des prix en euros des produits industriels s'établissait à 130,1.

Source : Insee

Figure 1.18 Evolution des indices des prix du pétrole (haut), du gaz et du charbon (milieu) et des matières premières importées (bas). Source : INSEE (2021)

#### 1.4.5. Une hausse probable des flux jusqu'en 2031

L'ampleur et la composition des flux de matières mobilisés par les espaces urbanisés dépendent de nombreux facteurs qui relèvent d'échelle spatiales, acteurs et temporalités diverses. Le tableau 1.4 présente quelques exemples, non priorisés, de facteurs agissant sur les flux de la métropole aujourd'hui.

Tableau 1.4. Exemples de facteurs agissant sur les flux de matières de la métropole. Source : cette étude (CitéSource)

Flux de matières	Exemples de facteurs influant ces flux
Consommation de matériaux de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politiques d'aménagement</li> <li>• Politiques locales, régionales et nationales concernant la construction neuve et la réhabilitation</li> <li>• Cycle électoral, incitations publiques et contexte économique (Ferrand, 2021)</li> <li>• Attractivité du territoire</li> <li>• Démographie, niveau de vie de la population</li> <li>• Mode d'habitat (surface par personne, préférence en termes de logement, d'aménité, etc.), mode de travail (télétravail et besoin en locaux, etc.)</li> <li>• Formes urbaines, caractéristiques du bâti (âge, modes constructifs, etc.)</li> <li>• Techniques constructives, disponibilité de ressources locales</li> </ul>
Consommation de combustibles (transport et chauffage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politiques locales, régionales et nationales concernant la construction neuve, la réhabilitation et l'isolation des logements, le transport</li> <li>• Démographie, niveau de vie de la population</li> <li>• Spécialisation économique du territoire</li> <li>• Mode d'habitat, mode de travail</li> <li>• Formes urbaines, caractéristiques du bâti (âge, modes constructifs, etc.)</li> </ul>
Consommation alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Démographie, niveau de vie de la population</li> <li>• Mode de consommation (ou régime alimentaire) : âge, région de résidence, taille de l'agglomération, niveau d'étude / emploi / revenu (selon rapport INCA3)</li> </ul>
Consommation d'équipements électriques et électroniques des ménages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Démographie, niveau de vie de la population</li> <li>• Mode de consommation : âge, taille de l'agglomération, niveau d'étude/emploi/revenu, type de ménage et nombre d'enfants (selon données recensement)</li> </ul>

Les données disponibles ne permettent pas d'analyser l'impact de ces facteurs depuis une trentaine d'années sur les flux de matières de la métropole, de même que sur ceux de l'Île-de-France et pour une grande partie de la France. On peut néanmoins observer une stabilité des consommations et déchets. En effet, la comparaison des bilans de flux de matières de Paris et de l'Île-de-France en 2003, 2010 et 2015 indique une tendance à la stabilité des flux observables, bien que les biais liés aux données sur le transport routier invitent à une grande prudence (CitéSource, 2019). La comparaison de la consommation de matériaux et de la génération de déchets de chantiers de l'Île-de-France en 2003 et 2013 montre également de très faibles changements, malgré une probable hausse des déchets générés (Augiseau, 2017). Le recyclage des déchets, et notamment la production de granulats recyclés, a par ailleurs fortement augmenté en Île-de-France depuis une vingtaine d'années.

A l'échelle de la France, les estimations du CGDD-SDES (2021) indiquent également une tendance à la stabilité de la consommation intérieure de matières (DMC) depuis une dizaine d'années en valeur absolue, de même qu'en masse par habitant. Après un léger recul entre 2008 et 2012, l'empreinte matières estimée par le CGDD en 2021 est stable jusqu'en 2018. En revanche, on peut observer depuis une trentaine d'années une hausse quasi continue de la productivité matières, c'est-à-dire du rapport entre PIB et consommation intérieure de matières, ce qui peut être liée moins à un changement dans la consommation en tant que telle mais plutôt dans la production, avec un recul marqué des activités industrielles (qui génèrent des pertes de matières lors des procédés de transformation et par conséquent des consommations).

Les données sur la collecte de déchets en France montrent une légère hausse depuis une quinzaine d'années pour l'ensemble des déchets : 15 % pour les déchets municipaux collectés y compris déblais et gravats (2004 à 2017) est de 8 % pour les déchets d'activité hors chantiers (2005 à 2017 ; ADEME, 2019). Les données sur les déchets de chantiers sont incomplètes mais indiquent des fluctuations annuelles et une tendance à la hausse depuis une vingtaine d'années (ADEME, 2016). Le recyclage a fortement augmenté avec notamment un recul de 33 % entre 2000 et 2016 des déchets stockés (déchets reçus dans les installations de traitement des ordures ménagères, y compris les déchets d'activités économiques, hors refus de traitement des installations de tri, compostage et méthanisation ; ADEME, 2019).

La consommation de matières (ampleur, composition), la génération et surtout la valorisation de déchets font l'objet d'objectifs définis aux échelles européenne, française, régionale, métropolitaine et communale (dont la loi lutte anti-gaspillage pour une économie circulaire dite LGEC). [Le tableau 1.5](#) présente des exemples d'objectifs pouvant impacter les flux de matières de la métropole.

Tableau 1.5. Objectifs pouvant impacter à moyen terme les flux de la métropole. Source : cette étude (CitéSource)

Flux	Plan ou règlement	Objectif
Consommation de matières hors combustibles et eau	PCAEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>2030 : Viser les 100 % de véhicules propres</b> (hydrogène, biogaz, charge électrique rapide, etc.) ; 100 % des déplacements routiers de marchandises en véhicules propres ; 400 000 véhicules électriques ou hybrides rechargeables</li> </ul>
	Schéma directeur de la Région Île-de-France (SDRIF) - loi sur le Grand Paris de 2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Construire 1,5 million de logements</b> en Ile-de-France à l'horizon 2030, soit en moyenne 70 000 logements chaque année à partir de 2010</li> <li>• <b>Créer 28 000 emplois</b> par an</li> <li>• <b>Développement du réseau de métros</b> par la réalisation du métro automatique du GPE et le prolongement de certaines lignes existantes (environ 200 km de lignes nouvelles)</li> </ul>
	Loi AGECE de 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Augmenter la part des emballages réutilisés et réemployés</b> mis en marché : 5 % pour tous les emballages en 2025 et 10 % en 2027</li> <li>• <b>Fin des emballages en plastique à usage unique</b> en 2040</li> </ul>
	Loi transition énergétique pour la croissance verte de 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diminuer la consommation intérieure</b> par habitant</li> <li>• <b>Augmenter de 30 % la productivité matières</b> de 2010 à 2030 (rapport entre PIB et consommation intérieure de matières)</li> </ul>
Consommation d'eau	PCAEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter la consommation d'eau potable et la production d'eaux usées</li> </ul>
Consommation de combustibles fossiles	PCAEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Bâtiments d'habitation</b> : -22 % des consommations en énergie finale en 2024 par rapport à 2005 ; -32 % en 2030 ; -56% en 2050</li> <li>• <b>Bâtiments tertiaires</b> : Plus de 40 % d'économie en énergie finale par rapport à 2005 pour le parc existant en 2050 ; plus de 50 % en 2050</li> </ul>
Génération de déchets	PCAEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -70 kg/hab en 2024 ; - 90 kg/hab et <b>diviser par deux le gaspillage alimentaire</b> en 2030 ; 160 kg/hab en 2050 et -75 % de gaspillage alimentaire en 2050</li> </ul>
	PRPGD IdF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>-50 % de gaspillage alimentaire</b> en 2025, - 60 % en 2031 par rapport à 2015</li> <li>• <b>-10 % de DAE</b> (dont chantiers) entre 2014 et 2031</li> <li>• <b>Diminution des quantités de déchets du BTP</b> : - 15 % des déblais inertes et autres déchets inertes et - 10 % de DNDNI par rapport à 2015 ; stabilisation des déchets issus du BTP à l'horizon 2026</li> </ul>
	Loi AGECE de 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Réduction de la production de déchets en 2030 par rapport à 2010</b> : -15 % pour les déchets ménagers et assimilés, -5 % pour les déchets d'activité économique</li> <li>• <b>Réduction du gaspillage alimentaire</b> : 50 % d'ici 2025, par rapport à 2015, dans la distribution alimentaire et la restauration collective ; 50 % d'ici 2030, par rapport à 2015, dans la consommation, la production, la transformation et la restauration commerciale</li> </ul>
Valorisation des déchets	PCAEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Déployer le tri à la source des biodéchets</b> pour tous en 2030 ; tendre vers une valorisation matière (compostage, méthanisation) de 100 % des biodéchets en 2030</li> </ul>
	PRPGD IdF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Réduction des tonnages de déchets enfouis</b> par rapport à 2010 : -30 % en 2020, -50 % en 2024, -60 % en 2031</li> <li>• <b>Hausse du taux de valorisation matière des DAE</b> de 59 % en 2014 à 63 % en 2020, 68-69 % en 2025 et 73-75 % en 2031</li> <li>• <b>70 % de valorisation des déchets du BTP</b> en 2020, 75 % en 2025, 85 % en 2031</li> <li>• <b>Produire 9 Mt de granulats issus du recyclage</b> en 2025 (5,2 Mt en 2014)</li> <li>• <b>Collecter 100 % du plâtre</b> accessible à l'horizon 2031, recycler 50 000 t en 2025 et 95 000 t en 2031</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Taux de recyclage des agrégats d'enrobés</b> de 0,37 Mt en 2015 à 0,6 Mt en 2020-2025 et 0,8 Mt en 2025-2031</li> <li>• <b>Taux de recyclage des terres en terres végétales</b> de 0,6 Mt en 2020-2025 et de 1 Mt en 2025-2031 ; taux de recyclage des terres en matériaux de construction inférieure à 0,1 Mt en 2020-2025 et de 0,4 Mt en 2025-2031</li> </ul>
	Loi AGECE de 2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Réemploi et réutilisation</b> : équivalent de 5 % du tonnage des déchets ménagers en 2030</li> <li>• 70 % de <b>valorisation énergétique des déchets</b> non valorisables matière d'ici 2025</li> <li>• Tendre vers 100 % de <b>plastique recyclé</b> en 2025</li> <li>• <b>Réduction des quantités de déchets ménagers et assimilés</b> admis en stockage en 2035 à 10 % des quantités produites</li> </ul>
Extraction locale	PCAEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>15 % d'autonomie en fruits et légumes</b> en 2030 (à l'échelle régionale) ; 20 % en 2050 (à l'échelle régionale)</li> <li>• <b>Diviser de moitié l'apport carné des repas</b> à 2050</li> </ul>

On peut noter que très peu d'objectifs quantitatifs portent sur la consommation de matières en valeur absolue : seul l'objectif du PCAEM sur l'eau est identifié. Cependant, les objectifs de ce plan sur l'énergie impacteront la consommation de combustibles. Par ailleurs, la consommation de matériaux de construction est impactée par l'atteinte des objectifs du SDRIF et loi Grand Paris sur la construction de logements et d'infrastructures de transport ferroviaire, ainsi qu'indirectement de locaux d'activité pour accueillir de nouveaux emplois. Ces objectifs seront déclinés dans le schéma de cohérence territoriale de la Métropole en cours d'élaboration.

Beaucoup d'objectifs portent sur les déchets, et en particulier les déchets alimentaires et plastiques. Ces derniers soulèvent des enjeux environnementaux considérables mais ne forment qu'une faible part en masse de l'ensemble des déchets de la métropole en 2017 et leur réduction n'impacterait que marginalement l'ampleur des flux totaux de déchets. Quelques objectifs du plan régional de prévention et gestion des déchets (PRPGD) portent sur la réduction de la génération de déchets de chantiers et autres déchets d'activité qui forment la très grande majorité des déchets.

Les éléments présentés dans les paragraphes précédents ne permettent pas d'identifier durant les dernières années une évolution marquée des flux, à l'exception de la valorisation de déchets en nette augmentation. Cependant, les objectifs du SDRIF présentés dans le point précédent pointent une augmentation potentielle de la consommation de matériaux de construction et de la génération de déchets de chantiers liée à l'atteinte des objectifs de construction et de développement économique. Le bilan de SDRIF réalisé en 2018 montre que les objectifs sont en grande partie en cours de réalisation : 82 600 logements ont été commencés en 2017 dans la région, plus de 50 000 emplois par an en moyenne ont été créés entre 2014 et 2018 et les chantiers ferrés n'ont qu'un faible retard (L'Institut Paris Region, 2018). De plus, le SDRIF vise à faciliter la croissance démographique de la région avec une hausse de l'ordre de 0,8 à 1,8 million de personnes d'ici 2030 (L'Institut Paris Region, 2018). Cette croissance démographique impacterait la consommation de matières et la génération de déchets de la métropole.

Afin de prendre en compte ces facteurs, on peut considérer que deux éléments pour lesquelles des projections sont disponibles impacteront les flux : le nombre d'habitants et la construction annuelle de logements (en nombre). On fait l'hypothèse que la construction annuelle de logements impacte la consommation de matériaux et la génération de déchets de chantiers, et que le nombre d'habitants impacte les autres flux. Concernant ces derniers, à défaut de données, on fait l'hypothèse très simplificatrice que les modes de consommation des habitants ne connaîtront pas d'évolution engendrant une transformation marquée de la consommation et de la génération de déchets d'ici 2031.

L'Institut Paris Region, la DRIEA, l'Insee Ile-de-France, l'Apur et la DRIHL ont réalisé des projections de la population régionale par département et de la construction de logements hors résidences par commune (voir Annexe 2)<sup>6</sup>. Deux scénarios de projection sont définis : un scénario dit tendanciel ou bas et un autre dit volontariste ou loi Grand Paris qui répond aux objectifs définis dans cette loi, notamment en termes de construction annuelle de logements. Selon ces scénarios (INSEE IdF *et al.*, 2018), la population de Paris et Petite Couronne augmenterait progressivement et serait en 2031 respectivement supérieure de 7 et 8 % par rapport à la population estimée par l'INSEE en 2017 (population légale). Le nombre moyen annuel de logements hors résidences construits en 2031 serait respectivement inférieur de 6 % ou supérieur de 21 % par rapport aux valeurs observées en 2017 (base Sit@del2, logements commencés, date réelle). Les objectifs de développement des réseaux routier et ferré, dont le Grand Paris Express, sont également pris en compte dans les deux scénarios (voir Annexe 2).

Ainsi que le montre le **tableau 1.6**, une variation marquée des flux de matériaux et déchets de chantiers résulterait de l'atteinte des objectifs de construction de logements de la loi Grand Paris et de la construction du métro Grand Paris Express, avec un pic autour de 2025. Pour les autres matières, les variations démographiques étant très progressives, la hausse des flux en moyenne sur l'ensemble de la période serait modérée.

**Tableau 1.6.** Projection simplifiée des flux de la métropole de 2018 à 2031 : différence entre la moyenne des flux de janvier 2018 à décembre 2031 et les flux estimés pour 2017 (%). Source : cette étude (CitéSource)

Flux	Hypothèse pour la projection	Scénario 1 dit tendanciel	Scénario 2 dit volontariste ou loi Grand Paris
Consommation de matériaux de construction (dont issus du recyclage)	Variation selon la construction annuelle de logements ; objectifs du SDRIF pour réseaux	- 2 %	+ 19 %
Consommation de biomasse alimentaire, combustibles et autres matières	Variation selon le nombre d'habitants	+ 4 %	+ 4 %
Déchets de chantiers	Variation selon la construction annuelle de logements et un rapport constant entre surface démolie et surface construite ; objectifs du SDRIF pour réseaux	- 6 %	+ 10 %
Autres déchets	Variation selon le nombre d'habitants	+ 4 %	+ 4 %

Cette première analyse très succincte doit être poursuivie afin d'apporter des résultats plus fins et mieux prendre en compte les documents de planification et réglementation. Ces résultats permettent néanmoins de faire ressortir l'enjeu clé pour la métropole à court et moyen terme de la consommation de matériaux de construction et de la génération de déchets de chantiers (voir point 2.1).

## 1.5. Anticiper les risques liés aux ressources

Les études de métabolisme proposent l'hypothèse selon laquelle la configuration du métabolisme et la configuration des jeux d'acteurs évoluent ensemble, desquelles découlerait le degré de capacité à agir sur les flux par les acteurs du territoire. L'analyse des flux d'interactions entre acteurs vise ainsi à faire dialoguer les méthodes quantitatives du métabolisme territorial avec les enjeux des acteurs impliqués dans une démarche de développement territorial.

<sup>6</sup> Les données sur la construction de logements par commune nous ont été transmises en 2018 par Philippe Louchart de l'Institut Paris Region que nous remercions.

L'étude du métabolisme territorial de la Métropole du Grand Paris a été l'occasion d'organiser des ateliers de partage et de prospective avec les acteurs du territoire. Le premier atelier a été organisé le 20 octobre 2021 sur l'intégralité des flux du métabolisme. Cet atelier avait notamment pour objectifs de :

- Mobiliser et impliquer les acteurs clés partenaires de l'étude de métabolisme ;
- Faire de la pédagogie sur les enjeux, le contenu de l'étude et les perspectives d'exploitation du métabolisme et de ses évolutions possibles ;
- Conduire les acteurs participants à se projeter dans des situations de tensions extrêmes ou de rupture sur certaines ressources.

Ce travail collaboratif procède par grandes activités humaines structurantes sur le territoire, c'est-à-dire observer les activités qui mobilisent un grand nombre de ressources matérielles et immatérielles, un grand nombre d'acteurs, et qui produisent de la richesse pour ses occupants (habitants ou non).

Les grandes activités structurantes choisies dans le cadre de cet atelier ont été les suivantes :

- Numérique
- Transport
- Industrie
- Agro-alimentaire
- Production d'énergie
- Eau
- Construction
- Résidentiel

Pour chaque sous-système, un "événement disruptif" a été proposé aux participants afin de les amener à réfléchir ensemble sur les effets attendus et la manière d'agir pour anticiper ce genre d'événement et répondre aux situations de crises qui en découlent.

Exemple pour le sous-système "Industrie" :

"Les perturbations des marchés énergétiques et des matières premières minérales métalliques font augmenter les coûts de production de 25% sur une seule année et les coûts d'approvisionnement restent élevés durablement"

### 1.5.1. Les effets attendus de l'événement

Les participants ont anticipé les effets suivants de l'événement :

- Des difficultés économiques pour certaines entreprises dont les activités dépendent directement des métaux concernés par les perturbations des marchés, pouvant aller jusqu'à la faillite de certaines d'entre elles ;
- Une augmentation des prix des matières premières issues du recyclage ;

- Une augmentation du coût des produits sous l'effet d'une inflation exceptionnelle, entraînant une baisse du pouvoir d'achat des habitants de la MGP et une augmentation globale de la pauvreté et de la fracture sociale ;
- Une augmentation du chômage ;
- Une raréfaction de certains produits et une baisse de leur qualité, accompagnées d'une augmentation des vols pour certains produits ;
- Une utilisation accrue des "lowtech", des pratiques de réparation et de refabrication, ainsi qu'une prise en compte plus systématique de l'éco-conception par les entreprises pour la fabrication de certains produits ;

### 1.5.2. Actions de prévention

Dans l'objectif d'anticiper l'apparition de cet événement, les participants ont proposé la première action suivante : "Innover pour mieux récupérer les métaux / matières des déchets et des produits en fin de vie en vue de réduire les coûts"

Cette action place la puissance publique et les partenariats publics-privés au cœur du processus. Le rôle de la Métropole du Grand Paris et de ses établissements publics territoriaux membres est axé sur la coordination de l'action, l'impulsion des filières de récupération, le co-financement et la recherche de foncier pour faire émerger de nouveaux pôles d'activités dédiés. De nombreuses politiques publiques sont impactées et doivent intégrer très vite de nouvelles prérogatives : développement économique, recherche, investissements publics, réglementation et contrôle, planification et observatoire des flux de matières. Les participants sont allés jusqu'à proposer un fonds d'investissement spécialisé pour répondre aux besoins de financement de l'action.

La principale condition de succès de cette action repose sur la qualité et la vitesse de structuration des filières dédiées. Les acteurs à mobiliser et à faire travailler ensemble sont nombreux : laboratoires de R&D publics et privés, pôles de compétitivité, opérateurs de gestion des déchets, metteurs sur le marché / Éco-organismes, ménages / entreprises, puissance publique, financeurs.

La principale difficulté à surmonter reste la coordination des acteurs pour des actions qui vont bousculer les chaînes de valeurs en place, et cela illustre très concrètement la complexité de la mise en œuvre des actions à fort impact sur les économies de ressources si elles ne sont pas organisées très en amont.

Il s'agira ainsi de travailler simultanément sur l'impulsion des changements de comportement des acteurs économiques et des habitants pour réduire la consommation et aller vers plus de sobriété.

Enfin, si l'événement devait surgir sans avoir été anticipé et s'inscrire dans la durée, il s'agira de mettre en place une "économie de guerre" fondée sur les principes suivants :

- Sobriété
- Réparer
- Réutiliser
- Refabriquer
- Réindustrialiser en local avec consommation de ressources locales disponibles
- Produire des biens de première nécessité
- Développer l'agriculture vivrière

### 1.5.3. Synthèse des autres sous systèmes

- Sous-système “Transport” :
  - Scénario disruptif : La Chine décide de transformer son parc automobile en 5 ans afin de lutter contre la pollution de l’air. Les moteurs thermiques seront interdits. Les seuls véhicules autorisés en milieu urbain seront les véhicules électriques. Rupture de batteries disponibles en Europe.
  - Synthèse des actions à mener :
    - Mener une politique très ambitieuse de maillage fin des transports en commun (horaire / fréquence) dans une approche bassin d’emploi ;
    - Ne pas dépendre d’un seul type de ressource. Diversifier les modes de propulsion ;
    - Intensifier / Penser une filière de seconde vie des batteries (coût intégré et EFC) ;
    - Limiter la mobilité des métiers télétravaillables.
  
- Sous-système “Numérique” :
  - Scénario disruptif : Une cyber-attaque survient sur le territoire de la MGP. Les cyber-terroristes ont réussi à infiltrer dans la majorité des ordinateurs du territoire un virus qui arrive à stopper les ventilateurs des cartes mères et à les endommager gravement sous l’effet de la surchauffe. 30% des PC sous tension du territoire tombent en panne en moins d’une semaine.
  - Synthèse des actions à mener :
    - Prévoir un système secondaire (PC déconnectés du réseau)
    - Favoriser l’éco-conception des D3E et la mise en partage de données (open source...)
    - Inciter à la stabilisation du matériel informatique
    - Mettre en place de filières de réparation
  
- Sous-système “Eau” :
  - Scénario disruptif : une crue exceptionnelle de la Seine, encore plus importante que celle de 1910, engendre d’énormes dégâts dont l’arrêt des usines de production d’eau potable située en zone inondable. Un changement du climat sur le Bassin parisien ne permet pas de recharger normalement les nappes phréatiques et oblige à des coupures d’eau potable 6h par jour en moyenne. Tous les usages de l’eau potable sont à revoir.
  - Synthèse des actions à mener :
    - Repenser les réseaux et les usages : Généralisation de la réutilisation des eaux grises, Récupération des eaux de pluie pour les activités économiques (industrie), Réduction et suivi des fuites
    - Définir la hiérarchisation des usages

- Inciter des entreprises à utiliser d'autres sources d'eau (Modifier les process de production)
- Sous-système "Résidentiel":
  - Scénario disruptif : Le principal exutoire dédié au traitement des déchets ménagers produit par le territoire de la MGP connaît une panne majeure qui va nécessiter plusieurs mois d'arrêt. Aussi, 30% des flux précédemment traités ne trouvent plus d'exutoire.
  - Synthèse des actions à mener :
    - Massifier la collecte des biodéchets et la valorisation pour les enlever des incinérateurs
    - Développer la collecte séparée des déchets assimilés (papier d'entreprises du tertiaire...)
    - Développer les « matériaux pôles »
    - Mettre en place un système de consigne sur emballage de colis ?
    - Interdire en France le suremballage de produits
    - Développer les Fablab, tiers-lieux avec un maillage dense sur le territoire

## 2. Ressources, acteurs et fonciers pour une stratégie d'économie circulaire dans le bâtiment et les travaux publics



## 2.1. Modélisation des flux et stocks de matériaux de construction et déchets de chantier

### 2.1.1. Résultats synthétiques de la modélisation des flux et stocks

Cette partie présente les résultats de la modélisation des flux de la métropole en 2017. La modélisation est réalisée selon la même méthode que le diagnostic réalisé par Vincent Augiseau (2018) pour le PRPGD de la région Île-de-France (résultats présentés selon source dite « CNRS »). Elle porte sur un périmètre différent de celui du bilan de flux (voir Annexe 2)<sup>7</sup>. Les stocks, matériaux présents dans les bâtiments et réseaux routier et ferré, ont également été estimés à partir de précédents travaux de recherche (Augiseau, 2017). La figure 2.1 montre les résultats synthétiques de la modélisation des flux en 2017. Elle fait apparaître 4 points clés qui caractérisent la métropole :

- Une consommation de matériaux marquée par la construction de bâtiments, où le béton domine ;
- Des déchets de chantiers formés majoritairement de matériaux excavés et issus de la construction de bâtiments, de leur démolition et des travaux du Grand Paris Express ;
- Des stocks formant de riches ressources potentielles futures ;
- Une importante valorisation de déchets de chantiers au sein du territoire.

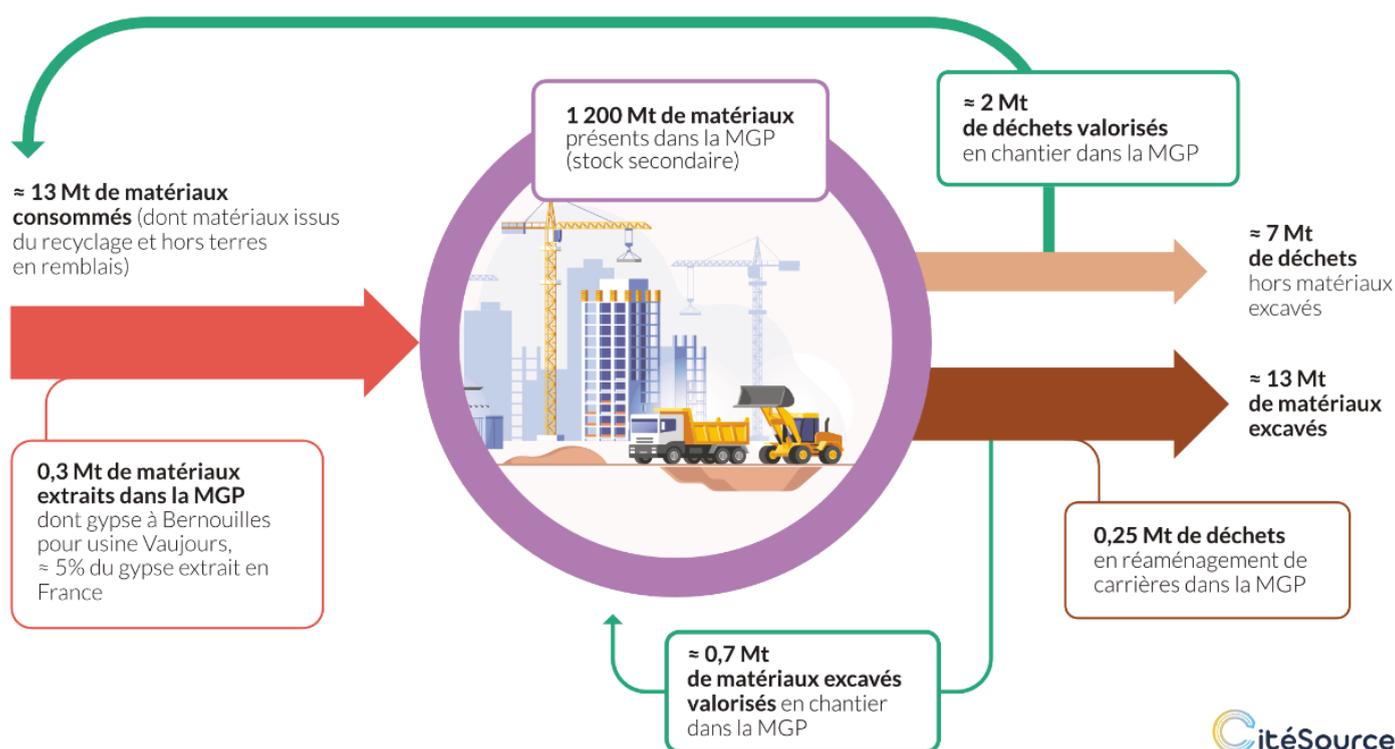


Figure 2.1. Flux de matériaux de construction et déchets de chantiers de la métropole en 2017 (Mt).  
Source : modélisations de CitéSource

<sup>7</sup> La consommation de matériaux estimée selon la modélisation est supérieure de 29 % à l'ensemble formé par la consommation intérieure et le recyclage local de matériaux selon le bilan de flux. Pour les déchets de chantiers, la modélisation est supérieure de 2 % par rapport au bilan de flux.



### 2.1.3. Des déchets de chantiers formés majoritairement de matériaux excavés et issus de la construction de bâtiments, de leur démolition et des travaux du Grand Paris Express

Ainsi que le montre la figure 2.3, la construction de bâtiments, qui génère des déblais (matériaux excavés) domine dans la génération de déchets de la métropole. Elle est suivie par la démolition de bâtiments (débris de béton et autres minéraux en particulier) puis par les travaux du Grand Paris Express. Ces travaux produisent d'importants flux de matériaux excavés fortement concentrés tant en termes de localisation que dans le temps et leur gestion a fait l'objet d'études approfondies de la Société du Grand Paris (2017). On peut néanmoins noter qu'en masse, les flux de déblais générés par la construction de bâtiments de façon moins visible, car diffuse, dominant. L'ensemble de ces déblais forme près des deux tiers des déchets de chantiers estimés selon la modélisation des flux, suivis par le béton et les autres déchets minéraux. Par ailleurs, on peut noter que de même que pour la consommation, trois EPT dominent dans la génération de déchets de la métropole en 2017 : T1, T4 et T12.

L'analyse des flux par habitant montre une différence moins marquée que pour la consommation entre la métropole et l'ensemble de la France avec respectivement 2,9 t/hab de déchets générés contre 3,5 ADEME (2020). Cette comparaison montre l'intensité du renouvellement urbain dans le territoire avec une importante démolition de bâtiments et une densification du bâti par la construction de surfaces de bâtiments en sous-sol et d'infrastructures de transport souterraines.

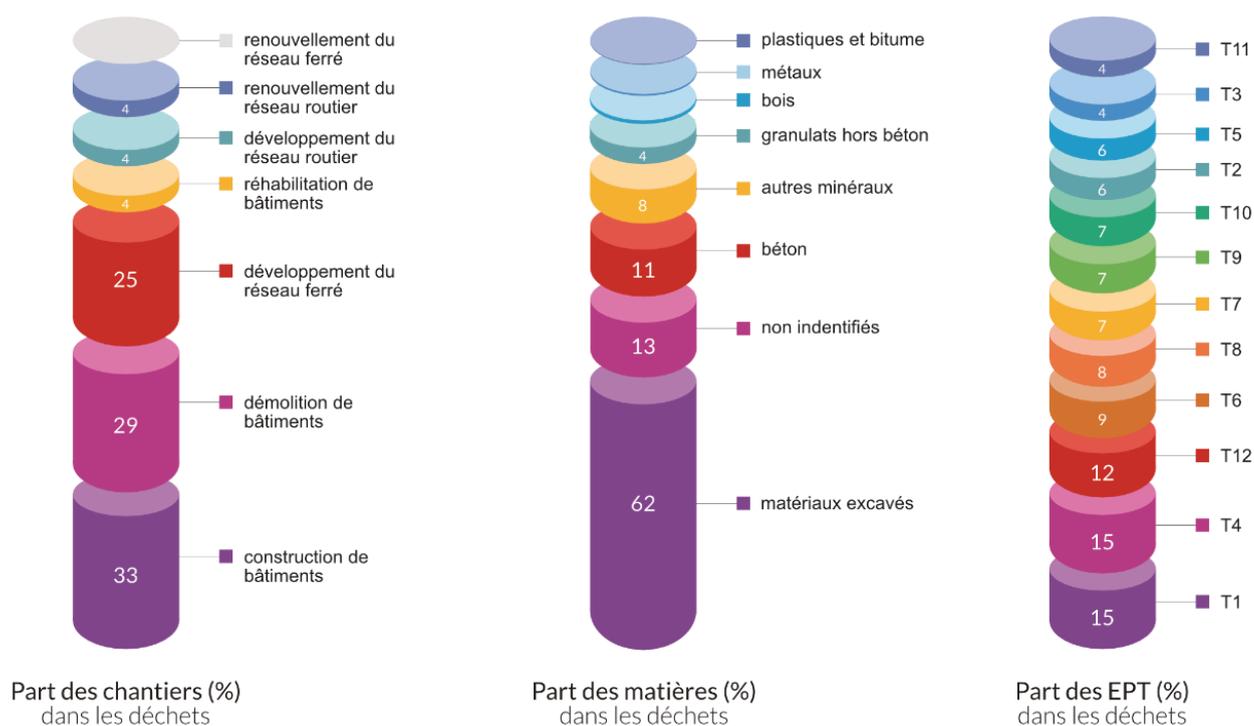


Figure 2.3. Parts des chantiers, matériaux et EPT dans la génération de déchets de chantiers de la métropole en 2017 (%). Source : modélisations de CitéSource

### 2.1.4. Des stocks formant de riches ressources potentielles futures

Les bâtiments, réseaux routier et ferré de la métropole forment un stock de 1 200 Mt de matériaux. Ainsi que le montre la figure 2.4, ce stock est situé majoritairement dans les bâtiments, avec environ 1 000 Mt. Les minéraux dominent, et en particulier le béton qui forme la moitié du stock, suivi par la pierre (un tiers). Les métaux et plastiques forment des masses proportionnellement plus faibles mais non négligeables au regard des enjeux environnementaux : 18 Mt d'acier, 0,4 Mt de zinc, 0,5 Mt de PVC, 0,4 Mt de polystyrène et également de polyuréthane. Paris (T1) ressort nettement avec plus du tiers du stock de la métropole, suivi par les EPT T12, T4, T10 (Paris-Est-Marne et Bois).

Le stock par habitant est plus faible que celui de l'Ile-de-France : 163 t/hab contre 197 t/hab (bâtiments et réseaux routier et ferré uniquement ; Augiseau et Kim, 2021a). En effet, le stock situé dans les bâtiments est du même ordre dans la métropole que pour l'ensemble de la région (respectivement 142 et 146 t/hab). Cependant, les routes forment une masse nettement plus faible : respectivement 19 t/hab contre 48 t/hab. Ces différences résultent de formes urbaines nettement plus denses dans la métropole que pour l'ensemble de la région, ainsi que le montre également le stock plus faible dans l'habitat individuel pour la métropole avec 19 t/hab contre 41 pour la région. Le stock de la métropole par mètre carré est très nettement plus dense que celui de l'ensemble de la région : 1,5 t/m<sup>2</sup> contre 0,2 t/m<sup>2</sup>. Cette densité est favorable à la valorisation des matériaux secondaires (déchets de chantiers) qui sont extraits de ce stock.

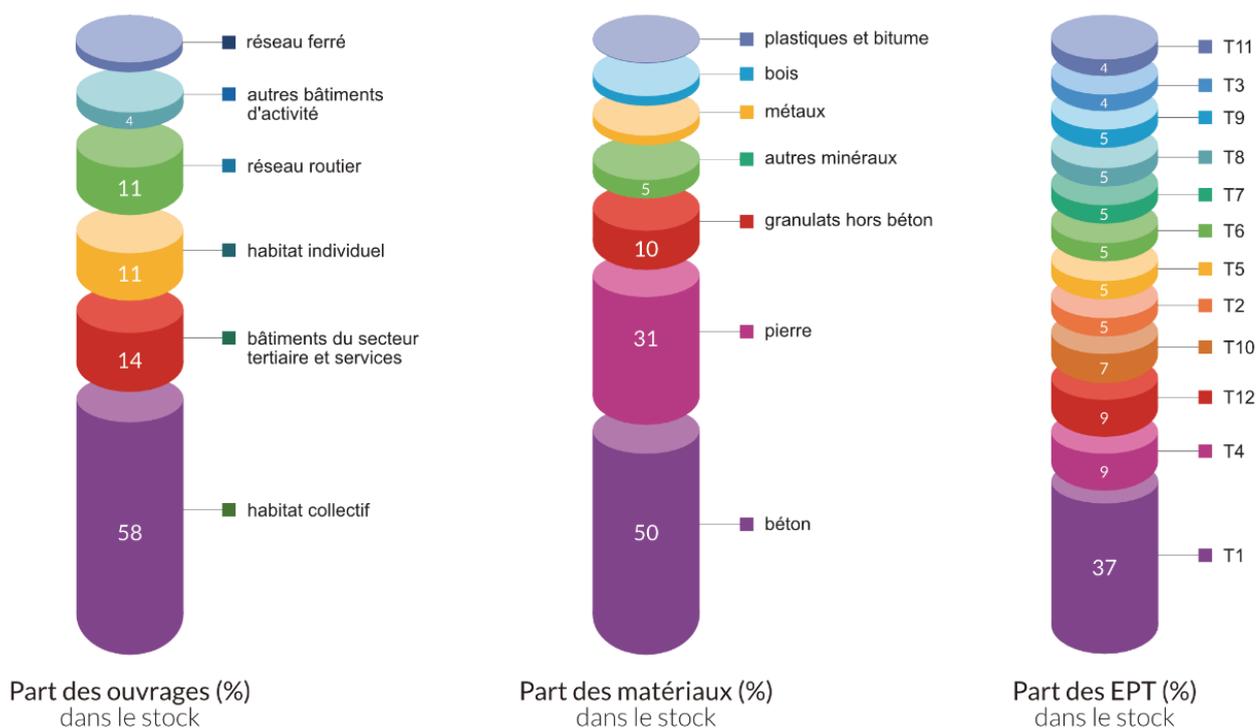


Figure 2.4. Parts des ouvrages bâtis, matériaux et EPT dans le stock de la métropole en 2017 (%). Source : modélisations de CitéSource

### 2.1.5. Une importante valorisation de déchets de chantiers au sein du territoire

De l'ordre de 2 Mt de déchets de chantiers ont été valorisés dans la métropole en 2017. Les granulats recyclés à partir de débris inertes de chantiers (béton notamment), dont la production est renseignée par des statistiques de l'UNICEM<sup>8</sup>, forment en masse la très grande partie des matières valorisées, avec 1,6 Mt en 2017. Près de la moitié de la production du territoire est effectuée dans les Hauts-de-Seine et en particulier dans la plateforme portuaire de Gennevilliers. L'Ile-de-France est la première région productrice de granulats recyclés en France et ces derniers représentent en 2018 la seconde forme de granulats produite dans la région, après les alluvionnaires. La production régionale de granulats recyclés a été multipliée par 2,5 en vingt ans (*Panorama régional des granulats*). Elle est également en forte croissance dans la métropole, avec 2 Mt de granulats produits en 2019 (données UNICEM).

De plus, le quart des granulats utilisés dans la fabrication d'enrobés bitumineux pour les voies routières est issu du recyclage en Ile-de-France. Les taux moyens en France se situent entre 16 et 18 %. Ceci représente pour la métropole de l'ordre de 0,2 Mt de granulats recyclés dans les enrobés.

0,3 Mt de déblais ont été valorisés localement pour le réaménagement de la carrière de Bernouille (Placo Saint Gobain, 2019). Une grande part des matériaux excavés générés au sein de la métropole est exportée et est majoritairement utilisée pour le réaménagement de carrières, notamment en Seine-et-Marne. La Société du Grand Paris a pour objectif la valorisation de 70 % des déblais générés pour la construction des lignes du Grand Paris Express.

Si les données ne permettent pas d'apporter des éléments quantitatifs sur les flux, on peut observer que les pratiques de surcyclage émergent et sont fortement soutenues par des collectivités, notamment par Paris, Plaine Commune et Est Ensemble, à travers la recherche de l'utilisation de granulats recyclés dans le béton, ou le réemploi et réutilisation de matériaux de second œuvre. Une production de matériaux en terre crue a démarré en 2021 au sein de la métropole (projet Cycle Terre à Sevran) avec pour objectifs : 5,4 kt de matériaux produits (briques, enduits, mortier) en 2021 dont 3 kt issues de terres excavées et jusqu'à 9 kt de matériaux produits dont 5 kt issues de terres excavées en 2023<sup>9</sup>.

### 2.1.6. Projection détaillée des flux sur 14 ans de janvier 2018 à décembre 2031

Le [tableau 2.1](#) montre les résultats en masse de la projection des flux à partir des deux scénarios établis par L'Institut Paris Region et la DRIEA : scénario 1 dit tendanciel ou bas et scénario 2 dit volontariste ou loi Grand Paris. Les objectifs de développement des réseaux routier et ferré, dont le Grand Paris Express, sont pris en compte dans les deux scénarios (voir Annexe 2). On observe que le scénario 2 engendrera en moyenne annuelle une hausse de 2,9 Mt de la consommation de matériaux et de 2,1 Mt de celle de déchets de chantiers. Les flux seront maximaux jusqu'en décembre 2025, avec une hausse de 3,6 Mt de la consommation moyenne annuelle par rapport à 2017 et de 6,7 Mt pour les déchets dont 2,8 Mt générés par les travaux du Grand Paris Express.

---

<sup>8</sup> Ces données nous ont été aimablement transmises par Christine Mallens, économiste de l'UNICEM Ile-de-France que nous remercions.

<sup>9</sup> Données transmises par Magali Castex que nous remercions.

**Tableau 2.1.** Différence en masse entre les flux en 2017 et les flux moyens annuels selon deux scénarios de janvier 2018 à décembre 2031, Métropole du Grand Paris (Mt). Source : modélisations de CitéSource

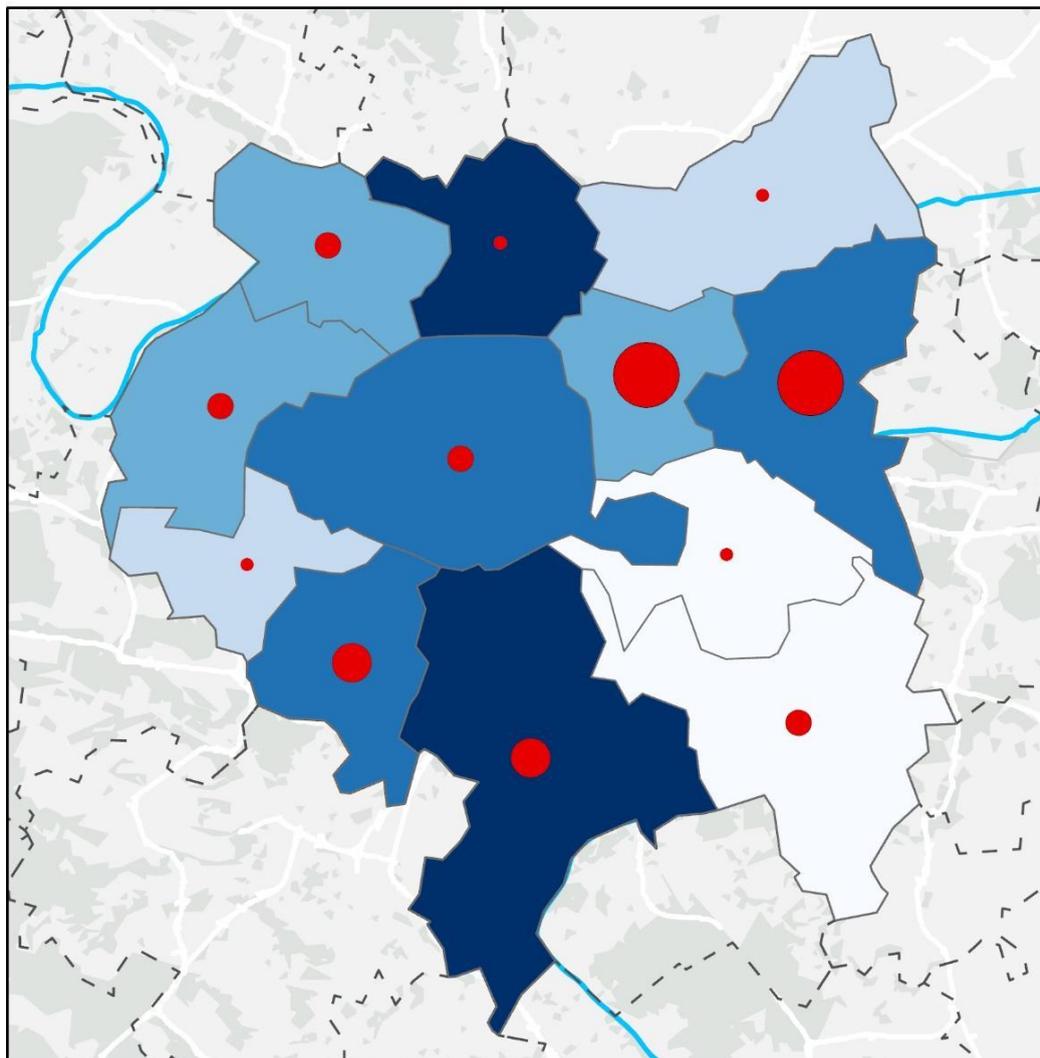
	Consommation de matériaux				Génération de déchets (tous déchets)				dont déchets matériaux excavés			
	Ensemble des chantiers pris en compte	Bâtiments	Réseau routier	Réseau ferré	Ensemble des chantiers pris en compte	Bâtiments	Réseau routier	Réseau ferré	Ensemble des chantiers pris en compte	Bâtiments	Réseau routier	Réseau ferré
<b>Scénario 1 dit tendanciel (Mt)</b>	-0,1	0,3	-0,1	-0,4	-1,3	0,2	-0,3	-1,2	-2,0	-0,5	-0,3	-1,2
<b>Scénario 2 dit loi Grand Paris (Mt)</b>	2,9	3,3	-0,1	-0,4	2,1	3,6	-0,3	-1,2	-0,2	1,3	-0,3	-1,2



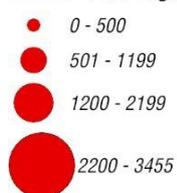
Selon cette modélisation des flux de déchets de chantiers, de même que pour la consommation, trois EPT dominant : T1, T4 et T12. Ces résultats sont similaires à ceux de l'étude réalisée par l'APUR en 2021 sur les besoins en béton pour la construction de bâtiments de 2020 à décembre 2024 dans la métropole où ces EPT dominant également (dans l'ordre T12, T4, T1 ; voir comparaison entre les études en Annexe 2). Cependant, ainsi que le montre la figure 2.5, si l'on prend en compte uniquement les logements dont la démolition est programmée au sein de projets d'aménagement de 2020 à 2032, selon la base *Projets d'aménagement en Ile-de-France* de l'Institut Paris Region, les EPT T4, T8 (Est Ensemble), T9 (Grand Paris – Grand Est) et T12 dominant.

## Dynamiques de construction et de démolition

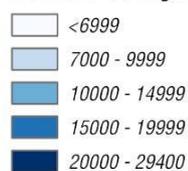
Métropole du Grand Paris



Nombre de logements à démolir (2020-2031)



Nombre de logements à construire (2020-2031)



Source : Citésource, L'Institut Paris Region (Projets d'aménagement en Ile-de-France  
données traitées en octobre 2021)



*Carte 2.1.* Nombre de logements par EPT dont la démolition et la construction est programmée au sein d'opérations d'aménagement de 2020 à 2032 selon la base Projets d'aménagement en Ile-de-France de l'Institut Paris Region. Source : base Projets d'aménagement en Ile-de-France de l'Institut Paris Region

## 2.2. Les acteurs de la construction

### 2.2.1. Connaître les acteurs du territoire

L'enjeu est de recenser les acteurs qui participent de la gestion et de la circulation des flux de matières sur le territoire métropolitain. La connaissance des acteurs doit fournir une carte des porteurs de solutions de l'économie circulaire, d'où le fait qu'il s'agisse moins d'indiquer le siège social de l'entreprise que la localisation des différentes infrastructures par lesquelles transitent les flux. Par ailleurs, la cartographie des acteurs vient plus largement compléter l'analyse du métabolisme métropolitain, en s'interrogeant sur les structures qui gouvernent et mettent en jeu les différents flux.

*Enfin, comptabiliser les matières ne suffit pas : qui les gouverne ? Qui décide de l'orientation des flux ? Qui la subit ? Quels sont ceux qui échappent à tout gouvernement ?<sup>10</sup>*  
Barles, 2014.

Plus précisément, le secteur du Bâtiment fait l'objet d'une attention particulière, avec un territoire en développement : aménagement du Grand Paris Express, renouvellement urbain, JOP 2024, etc. Il s'agit en premier lieu d'intégrer les acteurs qui œuvrent dans le secteur de la réparation, du réemploi, de la réutilisation et du recyclage. Les opérateurs de gros œuvre et de second œuvre, les distributeurs de matériaux, les producteurs de produits et d'équipements de construction, les entreprises de démolition et les bureaux d'études spécialisés dans l'accompagnement des maîtres d'ouvrage sont pris en compte.

En outre, une place relativement importante est accordée aux acteurs de l'économie sociale et solidaire (ESS), ainsi qu'aux promoteurs et grandes maîtrises d'ouvrage publiques ou privées, dont les projets génèrent d'importants flux de matériaux et occasionnent diverses expérimentations (démarches inter-chantiers, réemploi, déconstruction sélective).

L'Institut Paris Region délimite le périmètre d'étude selon quatre types d'actions participant directement de la gestion des flux, d'amont en aval du métabolisme. Une telle catégorisation rend compte de la place de chaque acteur dans la gestion des ressources, et donne des pistes sur son rôle potentielle dans les futures synergies industrielles :

- **Production et distribution :** les acteurs qui, par leurs activités, sont en mesure de fournir des matériaux aux acteurs de la distribution et de la mise en œuvre.
- **Mise en œuvre :** les acteurs dont les activités nécessitent ou génèrent d'importantes quantités de matériaux ou de déchets.
- **Consolidation et regroupement :** les acteurs qui participent du système de collecte et d'envoi des ressources potentielles vers les lieux de valorisation
- **Transformation et valorisation :** les acteurs qui concourent au réemploi, à la valorisation énergétique ou matière des ressources potentielles.

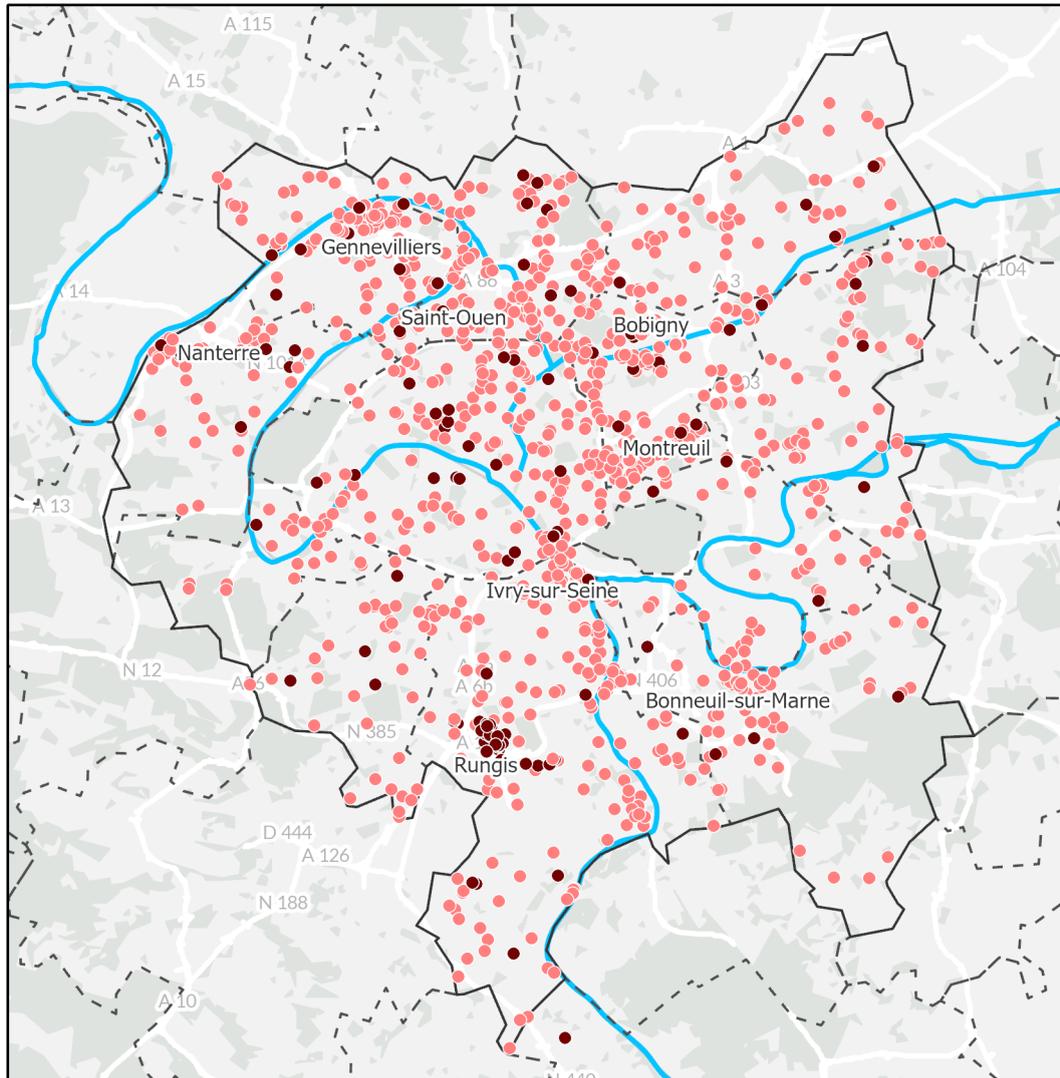
Au total, 1 146 acteurs de l'économie circulaire sont recensés à l'échelon métropolitain, dont 118 pour les acteurs de la biomasse et 1 028 pour les acteurs des matériaux. Ces derniers impliquent 204 acteurs de la « consolidation et du regroupement », 554 acteurs de la « mise en œuvre », 99 acteurs de la « production et de la distribution » et 171 acteurs de la « transformation et de la valorisation » ont été recensés. La carte ci-après montre la répartition des acteurs recensés, par flux.

---

<sup>10</sup> Barles, S. « L'écologie territoriale et les enjeux de la dématérialisation des sociétés : l'apport de l'analyse des flux de matières », Développement durable et territoires, Vol.5, n°1, Février 2014.

## Les acteurs de l'économie circulaire (tous flux) 2021

### Métropole du Grand Paris



#### Flux

- Biomasse
- Matériaux

Sources : L'Institut Paris Region, Fibois EKOPOLIS, CAPFI, Saint Gobain, Plaine Commune, FFB Grand Paris, CRESS



Carte 2.2. Les acteurs de l'économie circulaire (tous flux 2021), Métropole du Grand Paris. Source : L'Institut Paris Region

Le recensement de L'Institut Paris Region constitue une approche complémentaire des travaux menés par l'Atelier parisien d'urbanisme (APUR). En effet, ces derniers développent un référencement des acteurs par types de filières et exutoires (Cf. Encadré 1 : Etude sur les filières et les flux de déchets du BTP, APUR)

#### Encadré 1 : Etude sur les filières et les flux de déchets du BTP, APUR

Dans le cadre d'un travail partenarial mené notamment avec la Ville de Paris, la Métropole du Grand Paris et les signataires de la convention JOP 2024, l'Apur poursuit en 2021 un travail sur les filières de recyclage et de réemploi pour certains matériaux de construction, afin de comparer les flux à venir aux plateformes de traitement de ces déchets.

L'étude se compose de 6 fiches, une par filière, qui dresse chacune un état des lieux de la filière, ainsi que les valorisations possibles du matériau, le cadre réglementaire et les acteurs de valorisation.

Des exemples de valorisation et une carte des exutoires possibles pour chaque flux, à l'échelle de la MGP, sont aussi présents dans chaque filière. Pour chaque fiche, des recommandations pour le développement de la filière sont également identifiées, telle qu'un curage propre pour le béton ou une collecte séparée pour le verre et les menuiseries. Les matériaux suivants sont concernés : le bois ; le béton et la pierre naturelle ; les aciers et les métaux ; le PVC ; les menuiseries et le verre ; les moquettes.

## 2.2.2. Connaissance des acteurs associés aux matériaux de construction

### *Production et distribution de matériaux*

Les distributeurs de matériaux de construction désignent principalement les plateformes de négociants : les Points P, les agences Raboni et Gedimat, ou encore Réseau Pro, la plate-forme du bâtiment. L'entreprise Saint-Gobain, spécialisée dans la production, la transformation et la distribution de matériaux, a en outre fourni à L'Institut Paris Region les données sur les sites d'implantations de production/transformation des entités industrielles Saint-Gobain en Île-de-France.

À la suite du travail mené entre L'Institut Paris Region, la DRIEE et l'UNICEM, 38 fabricants de bétons prêts à l'emploi sont indiqués sur le territoire de la MGP.

Les fabricants et distributeurs de matériaux biosourcés proviennent des sources Ekopolis (2020) et Fibois (2020). Parmi les 4 distributeurs de matériaux répertoriés, figurent notamment un négoce de matériaux écologiques et naturels pour le bâtiment, ainsi que des distributeurs de matériaux bois et écologiques. Pour les producteurs de bois, il s'agit notamment d'acteurs de seconde transformation, dont l'activité consiste à conférer une valeur ajoutée aux produits bois issus de la première transformation et à les mettre à disposition des consommateurs (par exemples : les producteurs de panneaux, de meubles, de parquet, de bardage). L'amont forestier n'est pas comptabilisé, le territoire métropolitain ne comportant aucune scierie. Ainsi, parmi les 7 acteurs recensés à l'échelon métropolitain figurent : un fabricant de chaux hydraulique naturel, d'isolant chanvre coton, d'éléments modulaires (cloisons de bois), de liants en béton et en chanvre, de matériaux acoustiques en textile recyclé, de fenêtre de bois, de panneaux et de meubles.

### *Consolidation et regroupement*

Pour les acteurs associés à la gestion et au regroupement des déchets ou futures ressources en matériaux, l'Observatoire Régional des Déchets en Île-de-France (ORDIF) est le principal fournisseur de données. La mise à jour de l'*Atlas des installations de traitement des déchets* en 2021, ainsi que la carte des structures de réemploi solidaire assurent, pour les acteurs suivants, des données pour l'année 2020 :

- **Centres de tri-transit BTP**
- **Centres de tri-transit DAE**
- **Déchetteries**
- **Récupérateurs de métaux**
- **Regroupement amiante**

Nombreuses sont les infrastructures de la consolidation et du regroupement qui comprennent également des activités de transformation et de valorisation des ressources. La chaire Economie circulaire et métabolisme urbain (Université Gustave Eiffel) de la Métropole du Grand Paris recense d'ailleurs des "plateformes de logistique inverse du BTP", qui combinent ces deux types d'actions. Son approche plus qualitative, avec des informations sur la gouvernance des structures, une description de leurs activités et des services rendus en termes d'économie circulaire, est largement complémentaire du travail cartographique de L'Institut Paris Region.

### *Les acteurs de la transformation et de la valorisation des ressources*

Les données des Etablissements Publics Territoriaux Plaine Commune et Est-Ensemble ont permis de recenser 114 acteurs tournés vers le réemploi de déchets et de matériaux. Généralement liés au secteur de l'économie sociale et solidaire (ESS), de tels acteurs ont un impact structurant sur les territoires, malgré une quantité de matériaux gérés relativement faible. Il s'agit de régies de quartier, d'entreprises d'insertion par le réemploi, d'associations tournées vers l'économie circulaire, d'ateliers de réparation, de structures Emmaüs, de ressourceries. Pour ces dernières, l'*Atlas* de l'ORDIF (2021) distingue les ressourceries généralistes de celles accueillant des déchets spécifiques tels les déchets ménagers et assimilés (DMA), les déchets d'activités économiques (DAE) et les déchets du BTP. Pour les entreprises de l'ESS, les données proviennent également de la Chambre Régionale de l'Economie Sociale et Solidaire (CRESS), en particulier pour les structures associées aux tâches suivantes : écoconstruction de bâtiments, éco-réhabilitation de bâtiments, diagnostics ressources, activités de dépose sélective, vente de matériaux biosourcés, réemploi de matériaux de construction.

Les acteurs du recyclage des matériaux de construction sont également indiqués, en partie, dans les travaux de l'ORDIF. Les données de Plaine Commune permettent de compléter le recensement, en indiquant diverses structures spécialisées dans le recyclage des déchets de chantier et des terres excavées. Enfin, la cartographie des acteurs du recyclage des matériaux recense également 2 sites de réaménagement de carrières de gypse, et 21 de traitement des terres. Cette dernière catégorie désigne notamment les centrales d'enrobage ou autres unités qui permettent un traitement de terres aux liants hydrauliques, aux liants hydrocarbonés ou à la chaux, mais également les biocentres pour les terres polluées.

### *Les acteurs de la mise en œuvre*

L'enjeu est notamment de répertorier les opérateurs de gros et de second œuvre, les producteurs de produits et d'équipement de construction, les entreprises de démolition, les maîtrises d'ouvrage publiques-privées (la cartographie produite permettra de facilement procéder à des filtres). Pour cette dernière catégorie, l'objectif est moins de recenser l'ensemble des maîtrises

d'ouvrage existantes que celles dont les projets supposeront d'importants flux de matières et de déchets, à court ou moyen terme. L'Institut Paris Region dispose d'une base régionale des projets d'aménagement<sup>11</sup>, qui recense 1 859 secteurs de projets et indique pour chacun l'aménageur et/ou le porteur de projet. Devant l'importante quantité de projets, et face à la nécessité de ne considérer que les acteurs métropolitains les plus à même de mobiliser et générer des quantités significatives de matériaux et de déchets, l'étude ne considère que les projets dont la surface excède la moyenne des opérations d'aménagement à l'échelle métropolitaine, soit les projets supérieurs à une superficie de 16ha. Ainsi, 130 projets et autant d'aménageurs sont recensés à l'échelon métropolitain, soit près de 25% des opérations présentes sur le territoire.

Pour les acteurs mobilisant des matériaux biosourcés, les données sont fournies par l'annuaire des adhérents Fibois Île-de-France<sup>12</sup>, l'atlas des acteurs biosourcés Ekopolis<sup>13</sup>, l'annuaire des professionnels Collect'IF Paille<sup>14</sup>. Pour les matériaux bois, les catégories suivantes sont retenues pour l'étude : les promoteurs, les spécialistes en construction en charpentes et ossatures bois, les acteurs de la menuiserie (escaliers en bois). L'atlas d'Ekopolis et l'annuaire du Collect'IF Paille permettent de compléter le recensement, avec des acteurs spécialisés dans la construction/rénovation chanvre, la couverture en chaume, la rénovation bois-paille.

Les travaux de Plaine Commune ont en outre permis de recenser les acteurs innovants en matière d'économie circulaire, qui accompagnent les maîtrises d'ouvrage en tant qu'assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO) ou maîtrise d'œuvre (MOE). Ainsi, 19 acteurs dotés d'une expertise en diagnostics ressources, en déconstruction sélective, en gestion des terres excavées, en conditionnement des matériaux, en suivi réglementaire et assurantiel, ou en identification des besoins dans le cadre d'une stratégie d'économie circulaire, ont été recensés.

Parmi les entreprises du secteur du BTP, l'annuaire de la FFB Grand Paris<sup>15</sup> fournit des données sur les entreprises de démolition, par département. Pour les acteurs du bâtiment qui ne sont pas indiqués dans les bases précédentes, une sélection du code NAF a été nécessaire, ainsi qu'une extraction dans une base « entreprises »<sup>16</sup>, payante en ligne (socle SIRENE). Au total, 306 acteurs du BTP ont été recensés sur la Métropole du Grand Paris<sup>17</sup>. L'étude compte 19 entreprises spécialisées dans l'isolation, 32 dans le revêtement des sols et des murs, 14 dans le montage de structures métalliques, 36 dans la menuiserie métallique, 136 dans les travaux de maçonnerie et de gros-œuvre, 24 dans les travaux de couverture, 27 dans les travaux de plâtrerie et 18 dans d'« autres travaux spécialisés ».

### 2.2.3. Analyse cartographique

#### *Répartition spatiale des quatre catégories*

La carte ci-après dévoile l'ensemble des acteurs associés aux matériaux de construction, répartis par grandes catégories.

---

<sup>11</sup> [www.institutparisregion.fr/uploads/ExportData/projets\\_amenagement.html](http://www.institutparisregion.fr/uploads/ExportData/projets_amenagement.html)

<sup>12</sup> [www.fibois-idf.fr/adhesion-et-adherents](http://www.fibois-idf.fr/adhesion-et-adherents)

<sup>13</sup> [www.ekopolis.fr](http://www.ekopolis.fr)

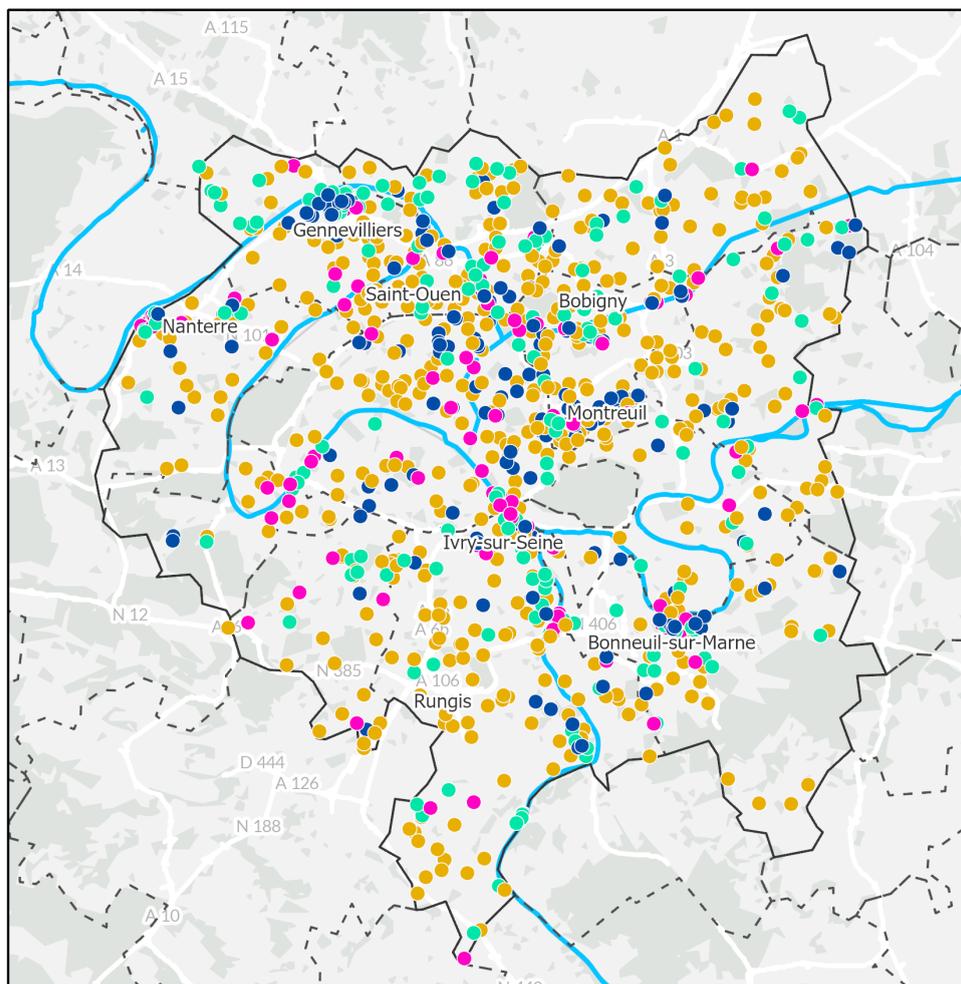
<sup>14</sup> [www.iledefrance.constructionpaille.fr/annuaire](http://www.iledefrance.constructionpaille.fr/annuaire)

<sup>15</sup> [www.grandparis.ffbatiment.fr](http://www.grandparis.ffbatiment.fr)

<sup>16</sup> Il s'agit de la base payante en ligne CAPFINANCIALS, consultable sur le site : [www.capfinancials.com](http://www.capfinancials.com)

<sup>17</sup> Pour davantage de détails sur le choix des acteurs, L'Institut Paris Region a remis une note de « métadonnées » à la Métropole du Grand Paris, qui accompagne la couche SIG et le tableur Excel.

## Les acteurs de l'économie circulaire (flux matériaux de construction) 2021 Métropole du Grand Paris



### catégorie

- Consolidation regroupement
- Mise en oeuvre
- Production distribution
- Transformation valorisation

Sources : L'Institut Paris Region, Fibois EKOPOLIS, CAPFI, Saint Gobain, Plaine Commune, FFB Grand Paris, CRESS



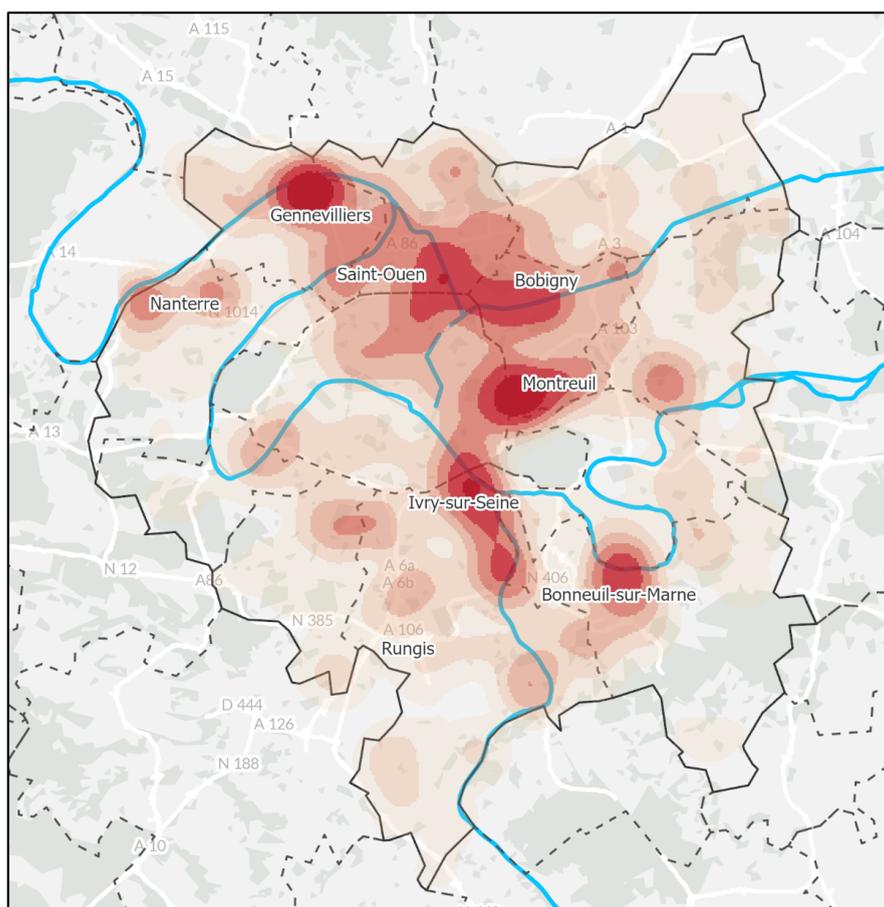
*Carte 2.3. Les acteurs de l'économie circulaire (flux matériaux de construction) 2021, Métropole du Grand Paris. Source : L'Institut Paris Region*

Une première analyse spatiale permet d'identifier certaines zones particulièrement denses en acteurs, toute catégorie confondue et sans pondérer les différents établissements à leur taille ou à la quantité de flux gérés. La concentration des points sur une surface d'un kilomètre carré constitue un critère pour distinguer des espaces de fortes et de faibles densités. La cartographie ci-dessous dévoile des zones de densités particulièrement fortes, notamment autour des ports de Gennevilliers et de Bonneuil-sur-Marne, autour des communes de Saint-Ouen et de Nanterre dans le nord et l'ouest parisien mais également le long du canal de l'Ourcq autour de Bobigny, ainsi

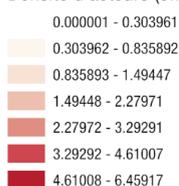
qu'à la confluence entre la Seine et la Marne autour d'Ivry-sur-Seine. Une forte concentration d'acteurs est également identifiée dans l'Est-Parisien, notamment autour de la commune de Montreuil. À l'échelon métropolitain, un axe Nord/Sud-Est semble concentrer une grande part des acteurs identifiés, s'étendant de Gennevilliers jusqu'à Ivry-sur-Seine en passant par le nord et l'est Parisien, ainsi que par la Seine-Saint-Denis.

### Les territoires de l'économie circulaire (flux matériaux) 2021

Métropole du Grand Paris



Densité d'acteurs (effectifs par unité de carte)\*



Sources : L'Institut Paris Region, Fibois EKOPOLIS, CAPFI, Saint Gobain, Plaine Commune, FFB Grand Paris, CRESS

\* Selon l'outil de densité de noyau (ArcGIS Pro 2.9) qui calcule une grandeur par unité de carte à partir d'entités ponctuelles



Carte 2.4. Les territoires de l'économie circulaire (flux matériaux) 2021. Source : L'Institut Paris Region

Les espaces de concentration diffèrent selon les types d'acteurs considérés. En reprenant les quatre catégories d'acteurs préalablement définies, il apparaît que les acteurs de la consolidation et du regroupement se concentrent principalement autour du port de Gennevilliers, et dans une moindre mesure autour d'Ivry-sur-Seine, de Bonneuil-sur-Marne, de Saint-Ouen et de Bobigny. Ainsi la proximité fluviale et portuaire (Seine, Marne, Canal de l'Ourcq) apparaît comme un des

critères d'implantation des acteurs de la consolidation et du regroupement. Pour les acteurs de la transformation et de la valorisation des matières, les espaces de concentration suivent une diagonale nord-ouest / sud-est, s'étirant du Port de Gennevilliers jusqu'aux environs de Montreuil. Les acteurs de la mise en œuvre se répartissent globalement au nord, à l'est et au sud-est parisien. Si certaines polarités apparaissent d'emblée, à l'instar des espaces situés autour de Montreuil, la répartition de cette catégorie d'acteurs semble plus homogène que pour les autres catégories. Enfin, les acteurs de la production et de la distribution de ressources semblent particulièrement concentrés autour du secteur d'Ivry-sur-Seine, à la confluence de la Seine et de la Marne, mais également autour de Gennevilliers.

### Comprendre la chaîne de valeur : entretiens et synthèse

Ce travail cartographique permet de mettre en évidence des territoires qui, à l'échelon métropolitain, présentent une concentration particulièrement forte d'acteurs liés au métabolisme urbain. Il montre également à quel point certaines caractéristiques géographiques, à l'instar de la proximité fluviale, sont corrélées à la présence de telles concentrations. Une première hypothèse consisterait à dire que ces territoires identifiés sont favorables à l'économie circulaire, les densités observées constituant un point de départ potentiel pour impulser des synergies.

Toutefois des observations cartographiques ne peuvent suffire seules à définir des territoires de l'économie circulaire. L'enjeu est de caractériser plus finement la chaîne de valeur associée au traitement des matériaux de construction, afin de déterminer pour chaque « maillon » les stratégies et les besoins. Pour cela, une dizaine d'entretiens semi-directifs sont menés, auprès d'acteurs occupant des rôles différents dans la gestion des matériaux de construction, en vue d'interroger leurs stratégies en matière d'économie circulaire, les interactions et les besoins en foncier qu'elles impliquent. Au total, 9 acteurs sont interrogés, parmi lesquels des producteurs de bétons prêts à l'emploi et d'enrobés, des fabricants et distributeurs de matériaux, des aménageurs et assistants à maîtrise d'ouvrage, des acteurs spécialisés dans le traitement et le recyclage des terres et un bureau d'études spécialisé dans la déconstruction)<sup>18</sup>. La synthèse de leurs entretiens fournit plusieurs pistes, qui peuvent nourrir les réflexions de la Métropole du Grand Paris en matière d'économie circulaire.

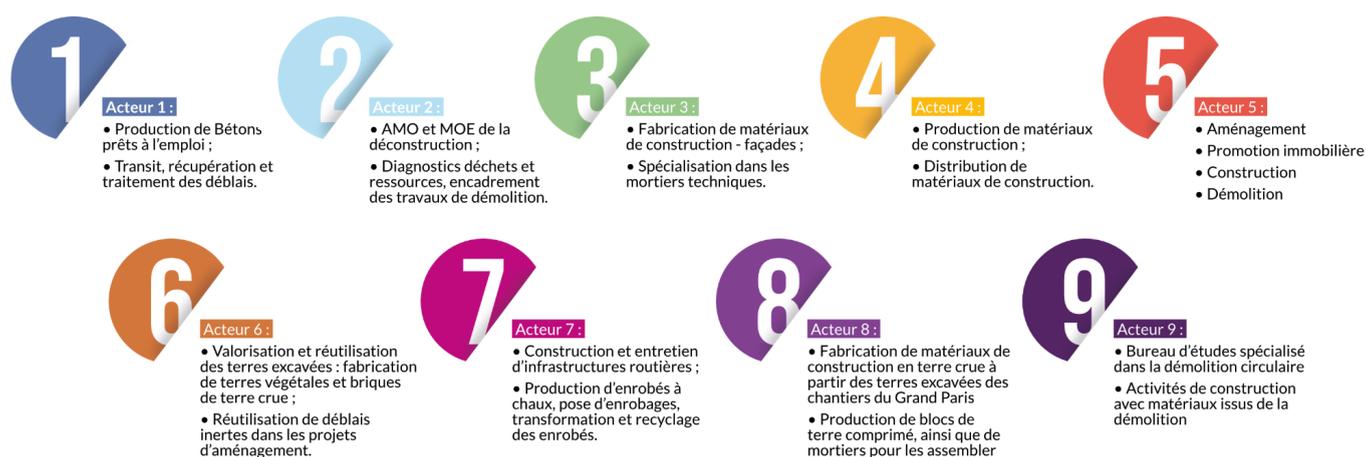


Figure 2.5. Présentation des acteurs interrogés, cartographie des acteurs de l'économie circulaire, Métropole du Grand Paris. Source : L'Institut Paris Region

<sup>18</sup> Pour plus de détails, consulter les fiches acteurs en annexe.

Pour la plupart des acteurs interrogés, la réglementation constitue une opportunité de pousser plus loin des pratiques parfois engagées depuis une dizaine d'années. Sur ce dernier point, plusieurs acteurs affirment qu'ils n'ont pas attendu la loi pour optimiser la gestion de leurs ressources ; les évolutions législatives jouent davantage un rôle d'accélérateur que d'initiateur.

*Avant c'était surtout pour faire des économies d'argent. Désormais il s'agit également d'économiser de l'énergie.*

L'entreprise spécialisée dans la production de béton affirme, par exemple, que la Responsabilité Élargie du Producteur (REP) pour les déchets de chantier constitue une incitation supplémentaire qui va accroître le nombre de matériaux que les plateformes de tri et de concassage devront recevoir, trier et valoriser. De la même manière, la lutte contre les dépôts illégaux de matériaux excavés est bénéfique pour les entreprises de valorisation des terres, tout comme l'augmentation continue de la Taxe générale sur les activités polluantes (TGAP). Le diagnostic Produits, Matériaux, Déchets (PMD) constitue également un outil pour une gestion plus écologique des matériaux issus des démolitions. Enfin, l'entretien avec un fabricant de matériaux géo-sourcés montre dans quelle mesure l'application de la RE 2020 peut impulser l'utilisation de la terre crue pour la construction neuve, bien que la valorisation des terres reste encore très largement tournée vers le comblement de carrière ou l'aménagement paysager.

*On sent désormais qu'il y a une prise de conscience, que les entreprises n'ont pas d'autre choix que de modifier leurs pratiques.*

Les activités associées à une gestion circulaire des matériaux supposent néanmoins des emprises foncières conséquentes. Plusieurs acteurs interrogés soulignent d'ailleurs qu'à l'échelon métropolitain, les chantiers les plus vertueux en matière d'économie circulaire sont également ceux qui reposent sur d'importantes surfaces, permettant l'aménagement d'espaces de stockage et de tri.

*Nous nous appuyons sur des surfaces relativement conséquentes : 20 hectares à Châtenay-Malabry, 5 hectares à La Courneuve... Une grande emprise foncière laisse de la place pour faire de l'économie circulaire.*

Si les entretiens fournissent certains critères en matière d'occupation du sol, il est à noter que le foncier fait également l'objet d'un travail *ad hoc* dans ce rapport, que les informations fournies dans ce paragraphe viennent compléter. Ainsi, pour le traitement des terres, une surface supérieure à 2 hectares est de mise, bien que d'autres critères soient à prendre en compte : le terrain doit être situé en dehors d'une zone inondable, d'un périmètre Seveso ou d'un espace boisé classé, de même que de certains espaces où les protections paysagères ou écologiques sont fortes (exemple : site Natura 2000). En outre, le terrain ne doit pas empiéter sur certaines servitudes de type réseaux (ligne électrique, hydrocarbure gaz etc.), et doit garantir un accès poids lourds. Il en est de même pour les sites de production de béton, qui doivent prévoir des espaces de stockage des matériaux suffisamment étendus et accessibles. Pour les sites de production de matériaux géo-sourcés, les acteurs évoquent environ 5 000 m<sup>2</sup> pour sécher la terre et 2 500 m<sup>2</sup> pour fabriquer les matériaux en terre crue.

Face à la nécessité de s'appuyer sur des surfaces étendues, certains acteurs réclament des espaces de stockage intermédiaires, pour le stockage et le reconditionnement des matériaux à une distance raisonnable des chantiers. Le développement d'un maillage territorial plus fin de plateformes intermédiaires permettrait d'éviter que l'ensemble des matériaux ne parte sur des plateformes plus importantes, éloignées des chantiers. Toutefois la pertinence du foncier ne réside pas seulement dans sa dimension, mais aussi dans la période disponible pour le mobiliser. Les acteurs du réemploi ont besoin d'espace, mais également de temps pour déployer leurs activités.

Dans le cas d'une plateforme de concassage, la proximité avec une fabrique de Béton Prêt à l'Emploi (BPE) est recherchée, mais mise à mal par la rareté du foncier. Les entretiens montrent qu'une distance de 1 à 2 kilomètres entre les deux infrastructures est idéale. A contrario, une distance supérieure à 10 kilomètres pose des difficultés logistiques, bien que la distance importe moins que le temps de parcours, qui dépend du mode de transport et de la densité urbaine. Cette proximité est également recherchée du côté des distributeurs et producteurs de matériaux, qui cherchent à s'implanter au plus près de la demande. Ces derniers affirment ainsi que toute étude d'implantation est précédée d'une étude de marché, les nouvelles infrastructures devant s'implanter au sein d'espaces où la demande est importante. La distribution de matériaux suivra alors une logique de proximité, soit moins de 15 minutes de la demande, qui dépendra également en grande partie de la densité de population et de construction de chaque zone.

*Il n'y a pas une distance idéale, plutôt un temps idéal : plus d'un quart d'heure, nous ne sommes plus dans la proximité.*

Dans la mesure où une proximité avec les zones de forte demande est recherchée, l'implantation d'infrastructures doit également tenir compte des nuisances sonores et visuelles. En effet, une proximité immédiate avec des zones résidentielles peut rendre difficile l'exploitation des sites. Cela pose plus largement le problème de l'acceptation sociale des installations industrielles, qui suppose en amont un dialogue avec les riverains et les élus. Certains acteurs insistent alors sur la nécessité d'un soutien territorial, celui des collectivités notamment, pour implanter des infrastructures favorables à une gestion circulaire des ressources. L'enjeu sera de répondre en retour aux besoins du territoire, en termes d'emplois créés ou de fourniture de matériaux pour les projets d'aménagement locaux. Enfin la proximité fluviale apparaît comme un élément clé pour l'installation d'activités circulaires, dans la mesure où elle facilite la logistique inverse, en emmenant d'un côté les matières premières sur les sites de production, et en permettant facilement l'évacuation des déchets de l'autre. Toutefois, la logistique fluviale suppose d'un côté de maîtriser les flux logistiques d'amont en aval, et de l'autre de changer de paradigme dans l'approvisionnement des chantiers de construction.

*Il faudrait passer d'un système de livraison de l'ensemble des matériaux sur un chantier à un système de livraison au coup par coup, de pièces préassemblées en amont.*

Pour certains acteurs interrogés, les difficultés logistiques résident moins dans les capacités de transport que dans les difficultés à trouver des clients. Ainsi, seule une obligation réglementaire pourrait rentabiliser les surcoûts de la logistique inverse ou de modes de transport plus vertueux. L'enjeu serait également de travailler à davantage de coopération entre producteurs de matériaux et gestionnaires de déchets, en particulier sur des territoires présentant une forte concentration d'acteurs.

*Notre usine de Bonneuil-sur-Marne est entourée de sites qui traitent les déchets de chantier. Les péniches pourraient redescendre avec des déchets stockés en big bag, par exemple. Les chantiers étant mobiles, il y aurait une mutualisation de la collecte à organiser.*

Ainsi la question du foncier pose celle de la coopération entre les différents acteurs de la gestion des matériaux. D'une manière générale, en redéfinissant les pratiques, l'économie circulaire transforme les interactions entre chaque acteur. Par exemple, les producteurs de bétons vont recevoir des déchets des chantiers, ces derniers devenant alors fournisseurs de matières premières.

*Jusqu'ici nous étions fournisseurs de matières premières. Demain nous serons également récepteurs car les chantiers vont changer de logique, ils vont devenir fournisseurs.*

Les acteurs de l'économie sociale et solidaire sont également de plus en plus amenés à travailler avec les aménageurs. Cette redéfinition des pratiques appelle à une plus grande anticipation des rôles et tâches de chacun, à l'heure où certains acteurs gagneraient à coopérer plus étroitement

ensemble. Ainsi, les bureaux d'études spécialisés dans la démolition voient leurs relations renforcées avec les architectes et les aménageurs, qui réclament de plus en plus des matériaux issus de la déconstruction sélective.

[Pour les matériaux issus des démolitions], il y a une demande de plus en plus importante de la part d'architectes, d'aménageurs mais également d'artistes.

Autre exemple, les maîtres d'œuvres et assistants à maîtrise d'ouvrage (AMO) travaillent avec les entreprises de démolition, qui elles-mêmes collaborent de leur côté avec les entreprises de gestion des déchets.

L'enjeu est que le gestionnaire de déchets devienne un acteur à part entière du chantier.

Pour favoriser ces coopérations, les « plateformes de l'économie circulaire » de la Métropole du Grand Paris constituent une piste connue et approuvée par les acteurs interrogés, qui se sont prononcés sur leur pertinence comme sur leurs limites. En termes de dimensionnement des plateformes, plusieurs acteurs affirment que cela dépend des matériaux à traiter. Des matériaux de second-œuvre peuvent être traités dans des petites structures, alors que le gros-œuvre nécessitera des surfaces plus importantes. La nature des matériaux traités va également déterminer les conditions de stockage ou les modes de tri. Par exemple, une plateforme récupérant des éléments minéraux devra être davantage couverte qu'une plateforme récupérant des déchets inertes.

Toutefois la coopération entre des acteurs hétérogènes ne va pas de soi. Plusieurs acteurs soulignent, par exemple, que les interactions entre des producteurs de matériaux de gros-œuvre et des acteurs de l'Economie Sociale et Solidaire (ESS) sont difficiles, les besoins et les contraintes n'étant pas les mêmes. Les fabricants de béton précisent que l'accueil d'acteurs de l'ESS au sein de leurs structures est difficile, bien qu'en principe souhaitable. Selon eux, un foncier conséquent est de mise afin de permettre l'accueil d'une plateforme multimodale tri/transit, concassage et réception de terres, avec une quatrième activité qui serait le réemploi et une cinquième qui consisterait à accueillir des artistes et des créateurs travaillant sur des produits en fin de vie sans possibilité de traitement.

Si tout est anticipé, cela serait judicieux d'implanter de telles plateformes au plus près des chantiers...

Une attention particulière doit alors être portée sur les enjeux d'accès au site et de sécurité, des usages partagés supposant le respect des consignes de sécurité. L'insertion sociale de la plateforme doit également être pensée, en termes d'emploi notamment, mais également d'acceptabilité des potentielles nuisances.

Faire intervenir des acteurs d'origines différentes, avec des cultures différentes, leur faire partager un espace commun, ça ne va pas sans accompagnement.

En résumé, voici les principales conclusions et recommandations qui émanent des entretiens :

- **La réglementation constitue une opportunité** de pousser plus loin des pratiques déjà engagées en matière d'économie circulaire.
- Les activités associées à une gestion circulaire des matériaux supposent une **emprise foncière conséquente**. Toutefois la pertinence du foncier ne réside pas seulement dans sa dimension, mais aussi dans la période disponible pour le mobiliser. Les acteurs ont besoin d'espace, mais également de temps pour y déployer leurs activités.

- Le développement d'un **maillage territorial plus fin de plateformes intermédiaires** permettrait d'éviter que l'ensemble des matériaux ne parte sur des plateformes plus importantes mais éloignées des chantiers.
- Les producteurs et distributeurs de matériaux recherchent une **proximité spatiale avec les espaces de consommation**, ce qui suppose de penser l'insertion urbaine de leurs infrastructures (réduction des nuisances, acceptabilité sociale, emplois locaux...). Un soutien territorial, celui des collectivités notamment, s'avère nécessaire.
- En redéfinissant les pratiques, l'économie circulaire transforme les interactions entre chaque acteur. Cette redéfinition des pratiques appelle à **une plus grande anticipation des rôles et des tâches de chacun**. Pour favoriser ces coopérations, les « plateformes de l'économie circulaire » de la Métropole du Grand Paris constituent une piste connue et approuvée par les acteurs interrogés.
- **Toutefois la coopération entre des acteurs hétérogènes ne va pas de soi**, les besoins et les contraintes pouvant différer. Une attention particulière doit être portée sur les enjeux d'accès au site, des usages partagés supposant le respect des consignes de sécurité. L'insertion sociale de la plateforme doit également être pensée, en termes d'emploi notamment, mais également d'acceptabilité des potentielles nuisances.

#### 2.2.4. Des perspectives pour une meilleure connaissance des potentielles synergies (préconisations)

La cartographie des acteurs dévoile les structures par lesquelles transitent les flux de matériaux de construction. Elle fournit en outre une carte des porteurs de solution de l'économie circulaire, susceptibles d'être mobilisée par des acteurs souhaitant entreprendre des stratégies d'optimisation de la gestion des flux, à toutes les échelles. Plusieurs perspectives émanent de ce travail.

Tout d'abord, la cartographie mériterait d'être amendée d'une **étude plus qualitative auprès des acteurs répertoriés** (connaître précisément les ressources qu'ils gèrent, identifier leurs besoins en matériaux issus du réemploi...). Le recensement des maîtres d'ouvrage associés aux grandes opérations d'aménagement gagnerait de plus à être complété d'un travail quantitatif et qualitatif sur les **matériaux disponibles au sein des chantiers**. Enfin, la cartographie des acteurs ne prend que très partiellement en compte **les acteurs des travaux publics**, principalement par manque de temps, alors même que la Fédération régionale des travaux publics (Île-de-France) a engagé une feuille de route de l'économie circulaire. Un prolongement de cette étude gagnerait à intégrer plus fortement cette catégorie d'acteurs, dont les activités nécessitent et génèrent d'importantes quantités de matériaux.

### 3. Un bouclage des flux qui nécessite du foncier



### 3.1. Circulaire rime avec espace

« Boucler la boucle » dans le domaine des matériaux utilisés pour construire et aménager le territoire métropolitain nécessite de mobiliser, puis de sauvegarder, des emprises foncières importantes et variées. Malgré les difficultés liées à l'implantation et au maintien des installations de gestion des matériaux de construction et des « déchets » du BTP, les objectifs nationaux et régionaux, et l'engagement des territoires en faveur de l'économie circulaire conduisent inéluctablement de réfléchir au développement du foncier affecté à ces activités. En effet, le Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets d'Île-de-France approuvé fin 2019 fixe un cadre ambitieux pour l'avenir de la gestion des « déchets » générés par le BTP chaque année sur la région francilienne. L'aménagement et la construction de bâtiments et infrastructures de cette dernière produisent en moyenne entre 30 et 35 Mt de matières par an (les terres, suivies des bétons de démolition, constituent les principaux gisements en masses) qui sont valorisés à hauteur de 60-65% (principalement via le réaménagement de carrières et le concassage de bétons de démolitions).

#### 3.1.1. Les installations existantes : entre concentration géographique et multifonctionnalité des sites

La Métropole du Grand Paris compte 113 installations dédiées à l'économie circulaire dans la construction et l'aménagement. Ces installations effectuent du concassage (23 installations), de la production d'enrobés (8 installations), du traitement de terres (16 installations) et du tri/transit sur des sites dédiés effectuant l'un ou l'autre ou les deux, du traitement des déblais pollués (2 installations). Il s'agit également de déchetteries ouvertes aux professionnels (64 installations).

Trois EPT concentrent environ 60 de ces sites : Boucle de Nord de Seine, Grand-Paris Sud-Est Avenir et Grand-Orly Seine-Bièvre. Il s'agit de territoires anciennement industrialisés où l'on retrouve notamment les ports de la métropole (Gennevilliers et Bonneuil-sur-Marne) dans lesquels il y a une historique forte concentration d'installations. La Seine et la Marne les traversent assez largement. A l'inverse, Vallée Sud Grand-Paris, Grand-Paris Seine-Ouest et Paris-Est Marne-et-Bois, qui sont des territoires plus denses (et plus petits également), accueillent moins de 5% des installations. Plus nombreuses, les installations de tri/transit/déchetteries sont mieux réparties que les autres sites considérés ici. Quelques EPT n'accueillent pas de sites de concassage, de centrales d'enrobés, ou de traitement de terres. Vallée Sud Grand Paris (T2), Grand Paris Seine Ouest (T3), Paris Terres d'Envol (T7) et Paris Est Marne et Bois (T10) apparaissent comme les territoires les moins dotés en matière d'installations dédiées à l'économie circulaire dans la construction.

Les filières actuellement en place au sein de la Métropole du Grand Paris sont structurées autour de six principaux usages : concassage, enrobés, traitement de terres, tri, transit, déchetteries ouvertes aux professionnels). Elles occupent une surface totale de plus de 230 hectares. Cela représente 0,2 % de la surface du territoire. Les trois EPT Boucle de Nord de Seine, Grand-Paris Sud-Est Avenir et Grand-Orly Seine-Bièvre comptent pour 70% des surfaces.

**Cet état des lieux corrobore le travail sur la cartographie des acteurs de l'économie circulaire effectué par ailleurs.** En effet, celui-ci identifie des zones de fortes densités d'acteurs dans les ports de Gennevilliers et de Bonneuil-sur-Marne, ou encore sur les secteurs d'Ivry-sur-Seine et du canal de l'Ourcq. En termes de surfaces, force est de constater que les installations existantes ont tendance à mobiliser du foncier plus important dans ces territoires à vocation industrielle, là où leurs marges de manœuvre sont plus importantes quant à leur environnement urbain.

Si les surfaces mobilisées sont importantes dans des milieux urbains denses où les concurrences d'usages sont particulièrement fortes, elles demeurent relativement faibles au regard d'autres usages de l'espace. A titre illustratif, les équipements publics et sportifs comme les écoles, collèges,

lycées, hôpitaux, gymnases, terrains de sports représentent 5 700 hectares sur le territoire ; les entrepôts logistiques environ 520 hectares en 2017 selon le MOS de L'Institut Paris Region en 2017). Si les besoins sont qualifiés d'importants, ils sont bien plus faibles que ceux de l'industrie lourde, ou de la logistique par exemple.



*Un exemple de foncier affecté à l'économie circulaire pour le BTP : site de tri/transit des matériaux à Aubervilliers. Septembre 2020. Martial Vialleix*

Ce total de surfaces doit cependant être interprété avec prudence. En effet, cette estimation comporte des marges d'erreurs et des incertitudes qu'il faut garder à l'esprit.

**D'une part, au sein de ces installations, de nombreux sites sont multi-usages**, c'est-à-dire qu'ils accueillent par exemple une activité de concassage, une autre de tri et/ou de transit, voire une autre de traitement de terre. Le total de surface estimé ci-dessus est ainsi surestimé puisque parmi les activités considérées dans le cadre de cet état des lieux, de nombreuses installations sont en réalité multifonctions. En ce sens, un foncier mobilisé pour du concassage, l'est souvent pour tri/transit par exemple. Rares sont les sites monofonctionnels. Cela souligne l'importance des connexions et complémentarités qui existent dans les circuits de gestion existants. En supprimant les doubles comptes, les surfaces mobilisées retombent à 135 hectares.

D'autre part, les surfaces comptabilisées ici sont un minima car **d'autres sites auraient pu être inclus dans le périmètre de l'état des lieux**. Il s'agit par exemple des sites de distribution de matériaux du BTP comme « Point P » qui accueillent souvent une activité de tri en complément et qui sont utilisés par les professionnels de la construction (ces distributeurs sont recensés la partie 2.3 de l'étude dédiée à la cartographie des acteurs). Il s'agit aussi des plateformes de réemploi de matériaux de second œuvre qui émergent ces dernières années (de façon temporaire plus souvent) et qui peuvent occuper du foncier sur plusieurs centaines de m<sup>2</sup> (la plateforme de Réavie dans le 13<sup>e</sup> arrondissement de Paris occupe environ 2 500 m<sup>2</sup> ; celle de Cycle Up à Saint-Ouen

occupe 1500 m<sup>2</sup>, etc.). L'importante usine Placoplâtre qui permet le recyclage du plâtre à Vaujours (45-50 hectares qui compte pour 25% de la production nationale de l'industrie plâtrière<sup>[1]</sup>) n'a pas non plus été comptabilisée ici, de même que la parcelle d'environ 2 500 m<sup>2</sup> de la fabrique Cycle Terre récemment ouverte).

Enfin, l'estimation des enveloppes foncières déjà mobilisées pour l'économie circulaire dans la construction ne s'est pas basée sur un recueil et une addition des surfaces officielles (administratives) présentes dans les arrêtés préfectoraux relevant des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) dont une large majorité des installations dépendent.

### 3.1.2. Quels freins et leviers pour mobiliser le foncier au bénéfice de l'économie circulaire ?

L'étude a permis d'identifier une **douzaine de critères qui déterminent la capacité des activités de l'économie circulaire à s'implanter ou non** sur un foncier donné. Ces critères constituent des déterminants de base (et probablement non exhaustifs) d'un « cahier des charges » pour les territoires lorsqu'ils souhaitent appuyer le développement de l'économie circulaire. Ils relèvent à la fois d'éléments techniques (accessibilité, distances de transports, taille des parcelles...) et d'éléments relatifs à l'environnement des terrains considérés (proximité avec les chantiers, voisinage et densités d'urbanisation...). L'étude a permis de constater que **ces critères sont relativement convergents** entre les usages considérés (tri, transit, concassage...) et que la surface constitue l'élément déterminant pour affecter un foncier à un usage plutôt qu'un autre. Des critères qualitatifs ont aussi été inclus dans l'étude : présence du site sur une zone dont les sols sont pollués ou non, présence ou non d'une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE), type d'occupation du sol sur le site, présence ou non de bâtiments, surface de végétation sur le site, etc.

#### *Des besoins de surfaces hétérogènes selon l'activité*

Le premier critère important pour implanter et pérenniser une activité de l'économie circulaire dans le BTP est la **surface disponible**. En moyenne, les installations recensées (sans doubles comptes) occupent 1,2 hectares (un peu moins d'un hectare pour le tri/transit/déchetteries, 2,5 hectares pour les installations de concassage et de traitement de terres, plus de 3 hectares pour les centrales d'enrobés). Cette moyenne est très proche des résultats de l'APUR dans son étude « Les chantiers du Nord-Est du Grand Paris, un exemple pour l'économie circulaire » de 2020 où la surface moyenne des plateformes était de 1,4 hectares (bien que ce travail ne comptabilise pas les mêmes installations que le présent rapport) A titre d'illustration, cette surface de 1,2 hectares est équivalente à la surface de deux terrains de football, ou à la surface de l'Hôtel de Ville de Paris.

A noter que certaines activités peuvent se dérouler totalement en extérieur sans locaux couverts (concassage), à la différence du réemploi des matériaux qui demande des phases de reconditionnement et de stockage dans des locaux couverts. A noter également que ces chiffres moyens sont parfois plus grands que les surfaces considérées dans certains travaux utilisés dans le *benchmarking* de l'étude (ex : l'APUR considère que les installations de recyclage dont font partie les concasseurs peuvent s'implanter sur une surface de 5 000 m<sup>2</sup> alors que la moyenne occupée par les installations de ce type sur le territoire est de 2 hectares). Cet écart pourrait être lié au fait que les installations existantes sont anciennes et ont bénéficié d'un accès au foncier par le passé dans un contexte de concurrences d'usages moins importantes... Aujourd'hui, les attentes des opérateurs pourraient être revues à la baisse : il s'agirait d'augmenter leurs chances d'accéder à du foncier pour développer leur activité sur des emprises plus petites, où l'optimisation des process (notamment en milieu urbain très contraint) serait possible.

Les surfaces possibles sont réparties en classes qui s'appuient sur celles de l'APUR (2020). Il convient de préciser que ces enveloppes sont "brutes" et englobent plusieurs usages liés à l'activité concernée : stockage, activité de transformation, accès, bureaux...

Classe de surface	Intégration dans l'étude
XS = sites > 500 m <sup>2</sup>	<b>Non retenue</b> car surface inadaptée aux usages considérés dans l'étude
S = sites de 1 000 à 3 000 m <sup>2</sup>	Retenue
M = sites de 3 000 à 5 000 m <sup>2</sup>	Retenue
L = sites de 5 000 à 10 000 m <sup>2</sup>	Retenue
XL = sites de 10 000 à 50 000 m <sup>2</sup>	Retenue
XXL = sites de 50 000 à 100 000 m <sup>2</sup>	Retenue
XXXL = sites > 100 000 m <sup>2</sup>	Retenue

#### *Un voisinage de préférence à vocation économique, tertiaire ou industrielle*

D'une manière générale, la pérennité des installations des activités de l'économie circulaire se heurte à des questions importantes sur le plan social et sur le plan environnemental. Une part non négligeable des emprises foncières dédiées à l'économie circulaire dans le BTP sur la Métropole du Grand Paris sont implantées depuis plusieurs années, voire décennies alors qu'une tendance lourde à la délocalisation des fonctions productives hors des espaces urbains denses s'observe en Île-de-France (bien que les fonctions liées aux activités du BTP conservent un caractère local assez fort et que la nouvelle réglementation pousse à développer un maillage important des infrastructures de collecte et de gestion des déchets).

Les activités de tri, transit, recyclage des matériaux de construction sont souvent à l'origine de mouvements de camions non négligeables qui assurent leur approvisionnement. Elles supposent des opérations de nature mécanique ou de manutention, mobilisant des engins variés fonctionnant très majoritairement avec des énergies fossiles. Elles rejettent donc des émissions atmosphériques (poussières, polluants, gaz à effet de serre...) tout autant qu'elles génèrent du bruit. Ces nuisances variées sont moins marquées pour l'activité de réemploi de matériaux.

Ainsi, **l'un des facteurs clé pour garantir leur installation et leur pérennité réside dans la présence ou non d'un voisinage, d'un environnement, plus ou moins urbanisé, plus ou moins dense** en termes d'activités, de flux, de populations... Plus un foncier sera entouré de zones d'habitat, ou d'équipements dits « sensibles » (notamment les écoles), plus il sera difficile d'y concevoir une installation de tri, ou de concassage. D'autre part, la présence ou non d'établissements dits « sensibles », c'est-à-dire accueillant des flux de personnes et notamment de jeunes et d'enfants peut constituer un frein à l'installation d'une large partie des activités de l'économie circulaire dans le BTP. Enfin, il est intéressant de déterminer si les sites potentiels sont localisés ou non en Site d'Activités Economique (SAE) c'est-à-dire des zones commerciales, industrielles, tertiaires, ou mixtes. Dans ces espaces, la présence d'habitations est peu développée et la vocation économique de ces zones peut être intéressante pour développer l'économie circulaire.

### *La situation du site dans les PLU*

En lien avec l'environnement des sites considérés, la capacité d'un terrain à recevoir des installations de l'économie circulaire dépend aussi des possibilités offertes ou non par le document d'urbanisme local (Plan Local d'Urbanisme – PLU). Celui-ci identifie les zones où il est interdit d'urbaniser ou presque (zones naturelles « N », zones agricoles « A » principalement) et les zones dites « urbaines » où la construction, l'aménagement, sont autorisés sous des règles établies par le règlement du PLU. **Si un foncier est localisé dans l'une des zones A ou N, son potentiel à être mobilisé pour développer l'économie circulaire en sera affecté négativement** car son aménagement (routes, imperméabilisation...) serait compliqué et sa vocation serait changée.

Il est important de rappeler que toutes les activités de l'économie circulaire ne relèvent pas toujours des ICPE et des seuils réglementaires qui les accompagnent. Aussi, les PLU peuvent parfois interdire l'implantation d'ICPE, ou bien les autoriser selon leur seuil (Autorisation, Enregistrement, Déclaration), dans les zones urbaines. Les PLU poursuivent en général un objectif de préservation du cadre de vie qui apparaît contradictoire avec l'implantation d'activités productives qui génèrent des flux de matières et de camions... Il s'agit là d'un enjeu fondamental qui s'apprécie au cas par cas et qui n'a par conséquent pas été étudié finement dans le cadre de l'étude.

### *Un accès routier essentiel*

La logistique de l'économie circulaire dans le BTP a été, reste, et devrait vraisemblablement rester, une activité majoritairement routière utilisant le camion. En effet, il s'agit du mode de transport le plus adapté pour transporter des flux diffus, de chantiers à chantiers, ou de chantiers vers installations de transit puis vers celles qui feront de la valorisation. Surtout, la flexibilité du transport routier correspond au modèle économique de la gestion de ces matériaux pondéreux où les distances de transports pèsent beaucoup dans les bilans... En général, aux dires des experts entendus pendant l'étude, le poids lourd utilisé est un 40 tonnes. Pour du réemploi de matériaux et ses plateformes, l'accès avec un poids lourd de 5 tonnes, voire de 10 tonnes est le plus souvent nécessaire à dire d'expert (ces informations sont cependant à nuancer car la filière du réemploi est encore jeune et en expansion constante ; les volumes traités sont de plus en plus conséquents et donc les capacités de poids lourds affrétés devraient augmenter rapidement).

Rappelons cependant que l'usage du fleuve, le transport par barge, est un mode de transport alternatif utilisé de façon importante pour le transport des matières du BTP. Outre les ports de Bonneuil-sur-Marne et Gennevilliers, de nombreux sites (notamment de tri/transit) sont localisés sur des quais le long des cours d'eau et des canaux qui irriguent la Métropole du Grand Paris. Un accès fluvial est donc un atout pour implanter une activité liée à l'économie circulaire, principalement pour les enrobés, le concassage et le tri/transit. Dans une moindre mesure, le transport ferré peut alimenter certaines installations (notamment des centrales d'enrobages).

### *La proximité avec les chantiers*

Ce critère est important car il renvoie au potentiel de la zone considérée pour approvisionner l'installation en matériaux, matières, déchets, à traiter d'une part, mais aussi en tant que potentiels exutoires pour les matériaux/déchets traités. Une zone de chalandise où de nombreux chantiers sont à l'œuvre, avec un ou plusieurs foncier(s) à « proximité » immédiate de chantiers de démolition, ou d'aménagement, sera plus intéressante à considérer pour les opérateurs, qu'un espace peu propice aux mutations urbaines. Il s'agit à la fois d'avoir un terrain au plus proche des gisements et des débouchés pour les matériaux mis en circulation dans les différentes filières et entre les différentes installations.

Cependant, cette notion de proximité si répandue est difficile à traduire de façon tangible dans une étude prospective à une échelle métropolitaine. Entre autres, elle est dépendante des activités considérées, des *business models* des entreprises, etc. La proximité peut aussi s'apprécier

selon un critère géographique (« à vol d'oiseau ») ou un critère de temps de parcours (temps de transports) qui peuvent changer assez fortement selon les cas de figure.

#### *La proximité du site avec la voie d'eau (navigable)*

La desserte d'un site par la voie navigable, ou la distance relativement proche de ce site par la voie d'eau (fleuve, rivière, canal) peuvent être des facteurs propices au développement de l'économie circulaire. En favorisant le transport fluvial, et la logique de double fret déjà appliquée par les acteurs sur le terrain, cela permet en effet de consolider les modèles économiques et de massifier les quantités traitées. Les activités de tri, transit et recyclage sont ici plus concernées que le réemploi de matériaux qui est moins mature, et demande plus de flexibilité, de proximité, avec les chantiers notamment.

#### *Le niveau de protection du site en matière de biodiversité*

Ce critère renvoie à superficie des espaces fortement protégés au titre de la biodiversité qui existe sur les fonciers envisagés. Il s'agit d'apprécier l'intérêt d'un espace peu aménagé, vacant, en termes de préservation de la biodiversité, un enjeu majeur pour le territoire métropolitain. Plus le site sera protégé, moins son intérêt pour déployer l'économie circulaire sera intéressant. Il sera également a priori plus difficile d'imperméabiliser ou de construire sur cet espace qui fait l'objet de protection diverses (Réserves naturelles, arrêtés de protection de biotope, réserve biologique dirigée ou intégrale, Znieff 1, forêts publiques, Périmètres Régionaux d'Intervention Foncière acquis, Espace Naturel Sensible acquis ou Zone de Conservation Spéciale Natura 2000).

#### *La complémentarité ou la concurrence avec l'écosystème d'acteurs local*

Ce critère est également intéressant car il renvoie à la capacité d'une installation de l'économie circulaire à venir compléter un écosystème déjà en place. Le foncier sera d'autant plus intéressant à mobiliser pour telle ou telle activité en fonction des installations déjà en place : si une plateforme de concassage est déjà là, difficile d'envisager une deuxième sauf si le marché local du BTP le permet. Surtout, l'idée de maillage du territoire métropolitain paraît importante à considérer (notamment au regard de la mise en place de la filière REP), tout en gardant un équilibre entre les réalités de terrain et la nécessité d'équilibrer les installations à l'échelle de la Métropole du Grand Paris.

#### *La distance avec les ISDI et les carrières autorisées au remblaiement*

Plus un foncier potentiel sera localisé loin d'un exutoire qui contribue peu ou pas à une gestion circulaire des flux, plus il sera intéressant à mobiliser. Le transport des matériaux étant un élément essentiel des modèles économiques, il a été considéré qu'un éloignement à ces exutoires aujourd'hui dominant dans le traitement des « déchets » du BTP franciliens, serait un atout et ce, notamment pour inciter au recyclage ou au réemploi des matériaux

#### *Un gisement diffus de foncier mobilisable sur la Métropole du Grand Paris*

L'objectif affirmé très tôt dans l'étude (notamment dans la réponse à l'appel d'offre), était de travailler à une estimation des surfaces « peu aménagées », « vacantes », ou en « friches » à l'échelle de la Métropole du Grand Paris. Cette approche par les espaces dits « diffus » permettait d'adopter une démarche cohérente et complémentaire avec les travaux menés en parallèle par l'APUR<sup>19</sup> dont le travail se concentre plutôt sur le foncier potentiellement disponible au sein des projets d'aménagement. Après avoir estimé les espaces possibles, l'étude s'est attachée à apprécier le potentiel de chaque site à être mobilisé pour déployer l'économie circulaire au travers de l'un ou plusieurs des usages mentionnés précédemment.

---

<sup>19</sup> Les chantiers du Nord-Est du Grand Paris, un exemple pour l'économie circulaire », APUR, juin 2020, [voir en ligne ici](#)

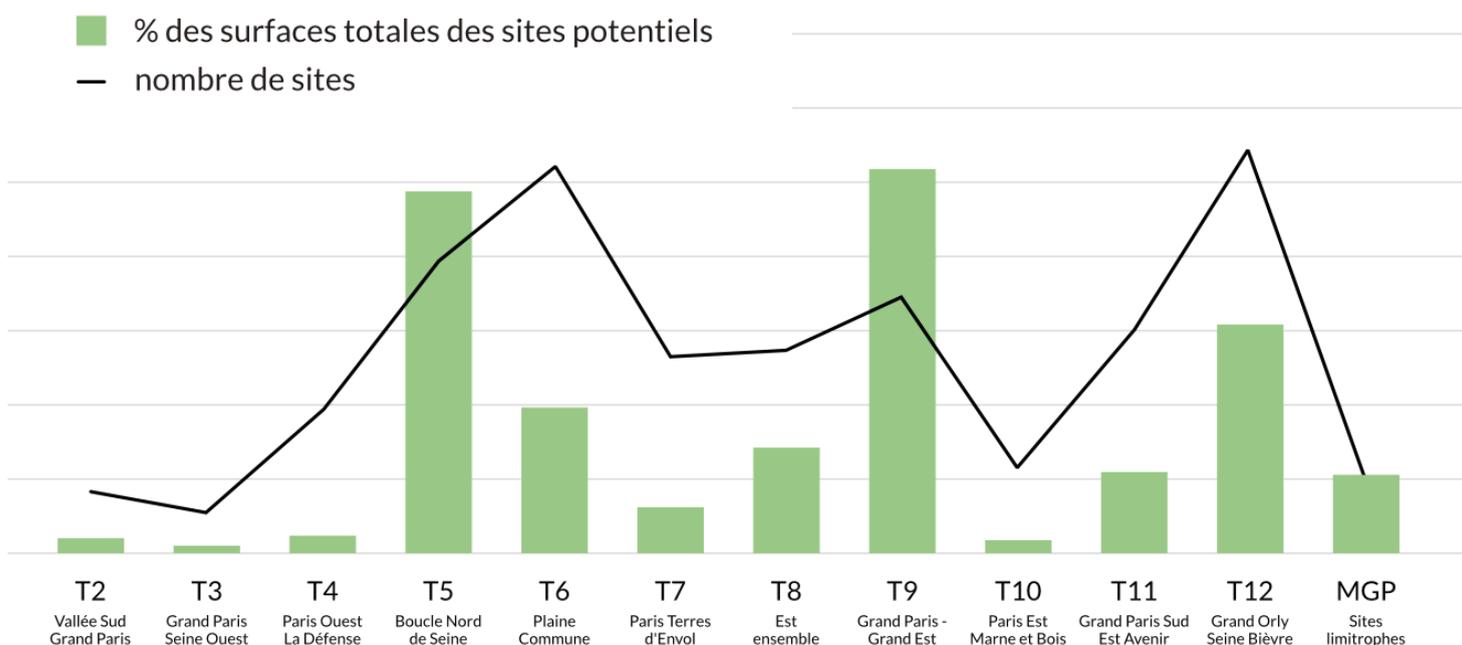
En termes de résultats, l'étude a permis de faire émerger **404 sites** peu aménagés, vacants, et donc susceptibles d'être mobilisés pour déployer l'économie circulaire dans le BTP. Sur ces 404 sites, 391 sont localisés à l'intérieur de la Métropole du Grand Paris, et 13 sont limitrophes (et donc pour partie à l'intérieur) du territoire.

Ces sites représentent une enveloppe de **800 hectares**. Il s'agit d'une enveloppe à la fois petite au regard du périmètre métropolitain (1% de la surface du territoire), mais importante au regard des emprises actuelles des activités liées à l'économie circulaire dans la construction. Les sites sont majoritairement de taille inférieure à 5 000 m<sup>2</sup> (classes S et M rassemblent 243 fonciers). Néanmoins, l'étude met en évidence que les sites de taille intermédiaire (5 000 m<sup>2</sup> à 10 000 m<sup>2</sup> - classe L), et ceux de taille conséquente (entre 10 000 m<sup>2</sup> et 50 000 m<sup>2</sup> - classe XL) sont présents de façon non négligeables en termes de nombre et de surfaces potentielles (59 sites pour environ 40 hectares pour les sites L ; 76 sites pour environ 155 hectares pour les sites XL). Enfin, les grands sites dont la surface est supérieure à 50 000 m<sup>2</sup> (XXL et XXXL) sont également présents sur le territoire et comptent pour une surface très conséquente (environ 500 hectares) pour un nombre de sites réduit (26 espaces).

En termes de répartition géographique, les **800 hectares sont localisés de façon très hétérogène sur le périmètre métropolitain**. Les EPT Boucle de Nord de Seine, Grand-Paris Grand-Est et Grand-Orly Seine-Bièvre comptent respectivement pour 24%, 26% et 15% des surfaces identifiées par l'étude pour déployer l'économie circulaire. A l'inverse, les sites potentiels sont très peu présents à Paris, Vallée Sud Grand Paris, Paris Est Marne et Bois ou encore Grand Paris Seine Ouest et Paris Ouest La Défense. Ces cinq territoires comptent pour moins de 15% des sites et 4% des surfaces identifiées.



© L'INSTITUT PARIS R

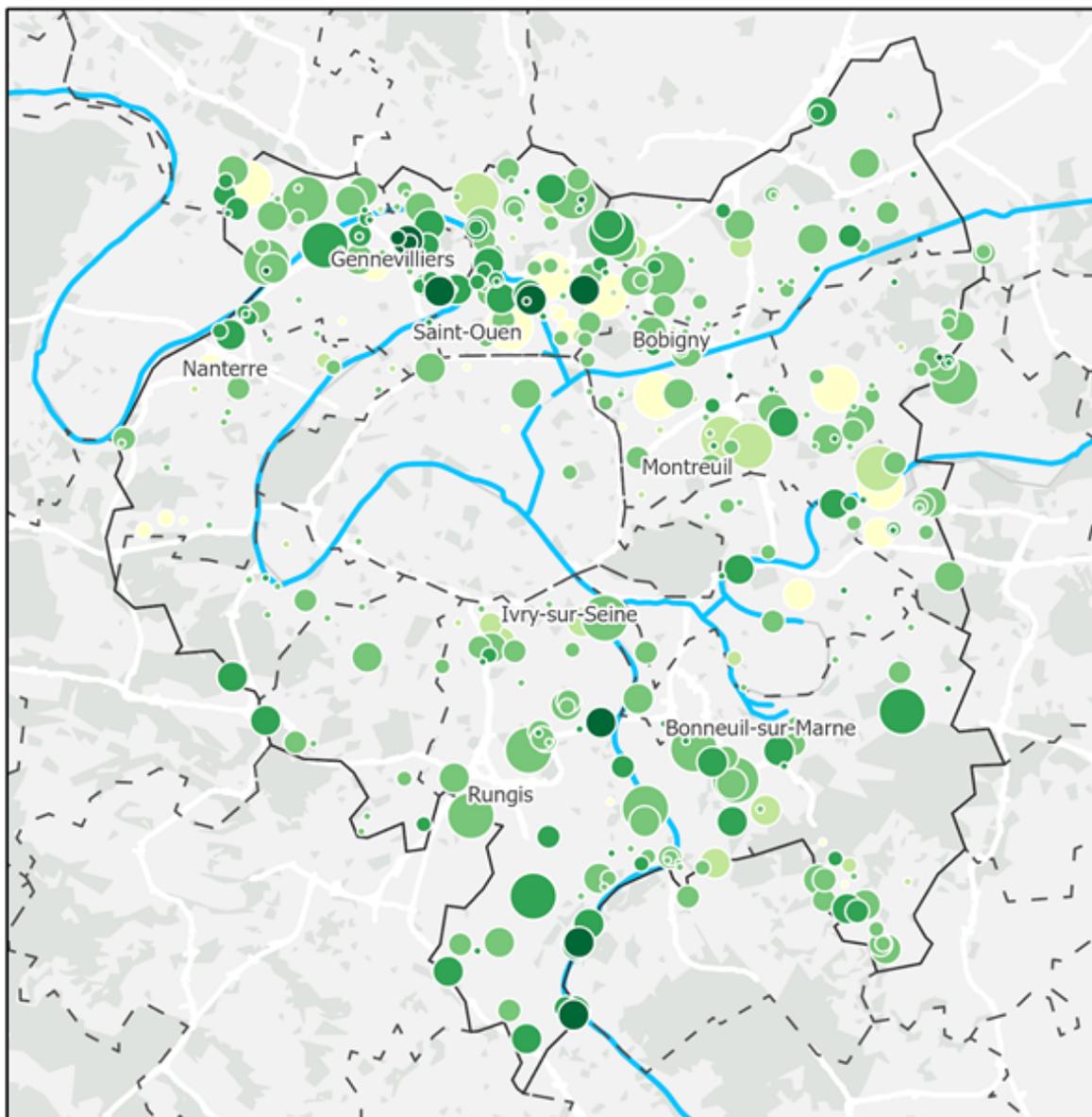


Classe de surface	Nombre de sites et surfaces concernées
S = sites de 1 000 à 3 000 m <sup>2</sup>	160 sites (30 ha)
M = sites de 3 000 à 5 000 m <sup>2</sup>	83 sites (32 ha)
L = sites de 5 000 à 10 000 m <sup>2</sup>	59 sites (40 ha)
XL = sites de 10 000 à 50 000 m <sup>2</sup>	76 sites (154 ha)
XXL = sites de 50 000 à 100 000 m <sup>2</sup>	14 sites (90 ha)
XXXL = sites > 100 000 m <sup>2</sup>	12 sites (440 ha)
<b>TOTAL</b>	<b>404 sites (790 ha environ)</b>

Critère	Définition du critère	Importance	Poids en % dans le score final du site
Densité Pop	Nombre d'habitant dans un rayon de 100 mètres des sites		66% de la note
Etablissements sensibles	Nombre d'établissements de santé et d'enseignements selon différentes distances		
SAE	Présence ou non du site en Site d'Activités Economique		
PLU	Présence du site en Zone U ou AU ; A ou N du PLU local		
Acces routier	Desserte ou non du site par un tronçon de l'espace public (rue, route, chemin)		
Prox Chant	Nombre de projets d'aménagement à proximité des sites selon différentes distances		
Voie nav	Localisation du site à proximité ou non d'une voie navigable selon différentes classes de distances		20% de la note
Protec Biodiv forte	Présence ou non du site dans un espace fortement protégé au titre de la biodiversité		≈ 14 % de la note
Concurrents	Nombre de concurrents à proximité des sites selon différentes distances		
Partenaires	Nombre de partenaires à proximité des sites selon différentes distances		
Eloignement Inerte	Nombre d'ISDI ou de carrières autorisées au remblaiement à proximité des sites selon différentes distances		

## Les potentialités foncières de l'économie circulaire (secteur du BTP) 2021

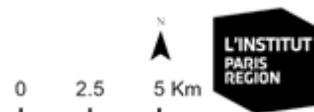
Métropole du Grand Paris



Surface en m<sup>2</sup> (Classe taille)      Potentiel d'économie circulaire

• 1 000 - 2 999 (S)	■ Très Bon
● 3 000 - 4 999 (M)	■ Bon
● 5 000 - 9 999 (L)	■ Moyen
● 10 000 - 49 999 (XL)	■ Faible
● > 50 000 (XXL et XXXL)	■ Très Faible

Source : L'Institut Paris Region



### 3.1.3. L'identification de fonciers temporaires, une approche complémentaire à la recherche de fonciers pérennes localisés dans le diffus

L'Apur travaille depuis 2019 sur la mise en place d'une économie circulaire dans le secteur du BTP du Grand Paris. En 2020, l'étude sur les chantiers du Nord-est métropolitain a permis de poser les premiers jalons en créant une base de données Démolitions, utile à la localisation et la quantification des volumes de déchets générés dans les opérations d'aménagement à venir, et en identifiant les plateformes existantes capables de valoriser ces ressources. En parallèle, l'étude a identifié des fonciers disponibles dans les chantiers, majoritairement temporaires, pour développer de nouvelles plateformes et participer à la constitution des filières de réemploi, de réutilisation et de recyclage des produits du BTP. Une seconde étude publiée 2021 a permis d'estimer et de réaliser des projections d'évolution des besoins en matériaux pour les chantiers du Grand Paris.

Dans le cadre d'un travail partenarial mené notamment avec la Ville de Paris, l'Ademe et la métropole du Grand Paris, l'Apur a élargi la base de données Démolitions et la recherche de fonciers temporaires à l'échelle des 12 territoires de la MGP. En lien avec le CSTB, une approche qualitative des gisements à venir a également été étudiée. Ces travaux complémentaires nous permettent, aujourd'hui, d'identifier des fonciers potentiels au plus proche des besoins en matériaux à venir.

Avec près de 1 000 projets urbains engagés liés à la réalisation du métro du Grand Paris, des Jeux olympiques et paralympiques de 2024, et des plans de rénovation énergétique des bâtiments existants, la Métropole se prépare à d'importantes transformations. La gestion des produits de démolition issus de ces chantiers devient un enjeu majeur pour éviter la saturation des installations de traitement de déchets existantes, l'augmentation de la congestion et des flux de transports de matériaux, ainsi que pour empêcher la raréfaction des ressources naturelles. De plus, face aux problèmes d'approvisionnement en matériaux liés à la crise sanitaire, le réemploi et le recyclage en circuit court deviennent un levier efficace et mobilisable.

Ces chantiers à venir représentent 27,5 millions<sup>20</sup> de m<sup>2</sup> programmés à horizon 2030 et près de 10 millions<sup>21</sup> de m<sup>2</sup> de bâtiments existants à démolir pour leur construction.

Au regard de ces flux importants, liés à l'approvisionnement en matières premières nécessaire à la construction de nouveaux programmes et à la quantité de déchets du BTP qu'ils vont générer, l'Apur a choisi de se concentrer dans un premier temps sur les secteurs de projets de la Métropole. Ce travail quantitatif et qualitatif sur les matériaux disponibles et sur les besoins en matières premières au sein des chantiers s'accompagne d'une recherche de fonciers, lieux sur lesquels ces matériaux transitent ou sont valorisés, et qui sont déterminants pour rendre le système performant.

Il a été convenu, en lien avec le groupement, rédacteur de ce rapport, que l'Apur contribue à l'étude de métabolisme urbain de la métropole sur le volet foncier. L'approche portée par l'Apur au sein des périmètres de projets est complémentaire avec les travaux menés par L'Institut Paris Region qui portent davantage sur le secteur diffus.

*Des besoins de surfaces hétérogènes selon l'activité et les temporalités des projets : du S au XXL*

---

<sup>20</sup> D'après la BD projets, Apur, décembre 2021

<sup>21</sup> D'après le BD démolition, Apur, ADEME février 2022

L'Apur a constitué un maillage de fonciers potentiels dans les opérations d'aménagement, de tailles variables selon les typologies de site du S au XXL établi dans l'étude de 2020 et détaillé précédemment. L'objectif est de constituer un stock de fonciers mobilisables selon les besoins et les opportunités des chantiers avec une répartition plus homogène sur les territoires, à même d'absorber les flux à venir. Ce maillage potentiel dans les opérations d'aménagement complète les potentialités foncières identifiées par l'Institut Paris Region dans le diffus.

Le maillage territorial des plateformes est proposé aux endroits où la production de déchets et la demande de matières premières sont les plus importantes, c'est-à-dire au sein des opérations d'aménagements. Ces opérations étant souvent localisées en zones denses, où le foncier est difficile à trouver, la mise en place de plateformes de petite taille (du S au M) permettrait par exemple d'installer des plateformes de regroupement afin d'acheminer les déchets vers des plateformes de plus grande taille en périphérie (du L au XXL).

De plus, la temporalité des projets et le phasage des opérations à venir à également un impact sur les opportunités foncières pour l'implantation de plateformes. Elles peuvent être installées de manière temporaire, le temps du chantier ou éventuellement pérenniser selon le type d'activité à implanter et l'anticipation de l'espace dédié lors de la conception du projet.

#### *Une meilleure acceptabilité des fonciers temporaires*

Estimer en parallèle les besoins en matériaux « neuf » et qualifier le volume des matériaux issus des démolitions, permet d'identifier des synergies possibles sur les ressources nécessaires au chantier. Dès lors, les flux compatibles ne nécessitent plus d'être transformés ou valorisés à l'extérieur, mais peuvent transiter via une plateforme temporaire installée sur le chantier. Les fonciers temporaires permettent de limiter les flux camions avec les plateformes de recyclage et les installations de valorisation. En effet, le maillage existant n'est pas nécessairement corrélé avec le flux de déchets à venir et plus largement la recherche de nouveaux fonciers pérennes n'est pas toujours facile à proximité des chantiers.

Les flux camions peuvent être également limités à l'échelle d'un territoire dans le cas d'une mutualisation interchantier d'une plateforme temporaire. Par exemple, sur le territoire Grand Orly Seine Bièvre (T12), près de 90 projets sont engagés ou en cours d'ici 2030 et ils représentent un potentiel de 5,8 millions de m<sup>2</sup> à construire pour 1,8 million de m<sup>2</sup> à démolir<sup>22</sup>. Une vingtaine de plateformes potentielles et temporaires ont été identifiées sur ce territoire, cela ne répond pas à l'ensemble des besoins, néanmoins une mutualisation entre plusieurs chantiers compatibles dans leurs phasages travaux, permettrait de réduire les flux camions à l'échelle du territoire ainsi que les coûts d'installation.

Un des facteurs clés identifiés par L'Institut Paris Region pour le développement de plateforme est la contrainte liée au voisinage. L'implantation de fonciers temporaires est une réelle opportunité, car leur statut transitoire est plus facilement accepté par la population. De plus, la démolition des bâtiments existants libère des parcelles qui ne sont pas systématiquement bâties immédiatement. Implanter une activité de recyclage et de réemploi le temps du portage foncier du site « transitoire » peut permettre, tout comme d'autres activités d'urbanisme transitoire, d'occuper le site, d'éviter les squattes possibles et de limiter les frais de gardiennage du terrain vacant.

#### *Une recherche de foncier mobilisable dans les opérations d'aménagement*

La recherche de foncier dans les opérations d'aménagement repose en partie sur une bonne connaissance des projets à venir. Depuis 2008, l'Apur a mis en place une base de données ayant vocation à recenser et suivre l'ensemble des projets d'aménagement de la métropole du grand

---

<sup>22</sup> Les projets d'aménagement dans la métropole du Grand Paris, Apur

Paris et au-delà. En 2020, une grande campagne d'actualisation a été mise en œuvre avec le concours des Établissements Publics Territoriaux de la Métropole du Grand Paris. En complément des informations traditionnelles de la BD Projets sur les projets d'aménagement (périmètre et plan-masse, programmation par fonction et SDP, calendrier, maître d'ouvrage et maître d'œuvre), cette mise à jour a permis d'ajouter des éléments de phasage de la programmation, permettant ainsi de mieux suivre l'avancement des projets, aujourd'hui et dans un futur proche.

La BD Projets nous a donc permis de déterminer les disponibilités des sites et de les organiser selon 2 périodes : les sites disponibles jusqu'en 2025 et les sites disponibles au-delà de 2025. La BD Démolitions permet d'identifier les bâtiments qui vont être démolis dans les opérations d'aménagement afin de les caractériser par type de fonciers disponible et d'évaluer leur surface brute potentielle. Ont ainsi été identifiés parmi les 296 sites potentiels les fonciers suivants :

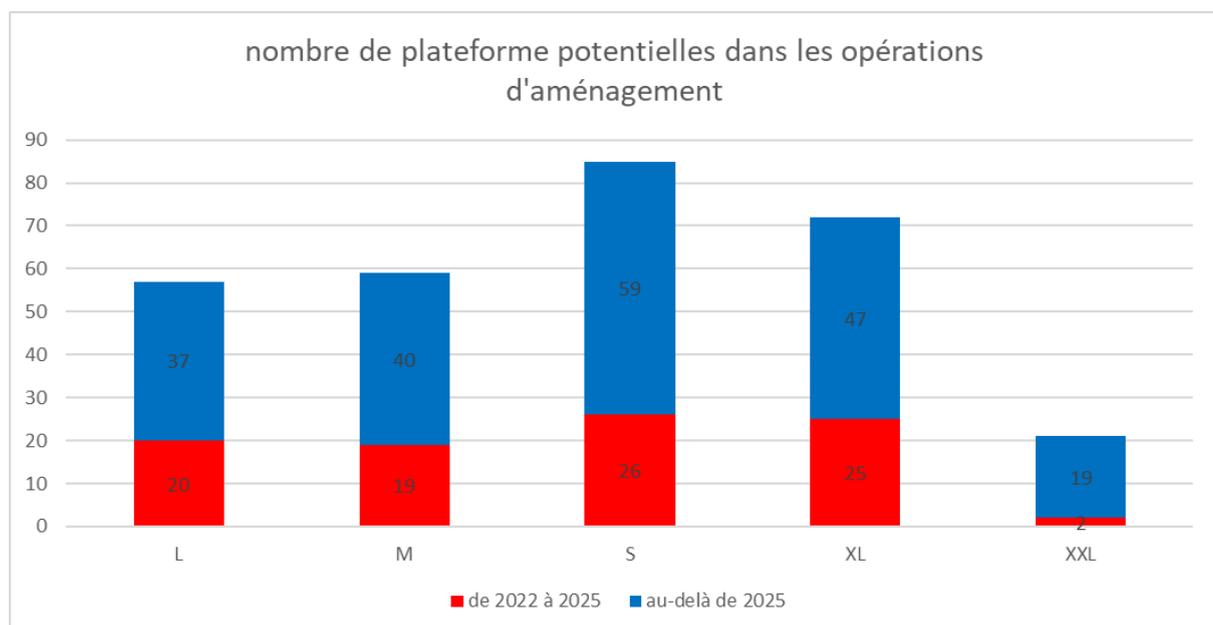
- Des bâtis à démolir en vue d'une nouvelle construction
- Des bâtis à démolir en vue de la réalisation d'un espace non bâti (espace public, espace vert...)
- Des friches
- Des parcelles déjà démolies

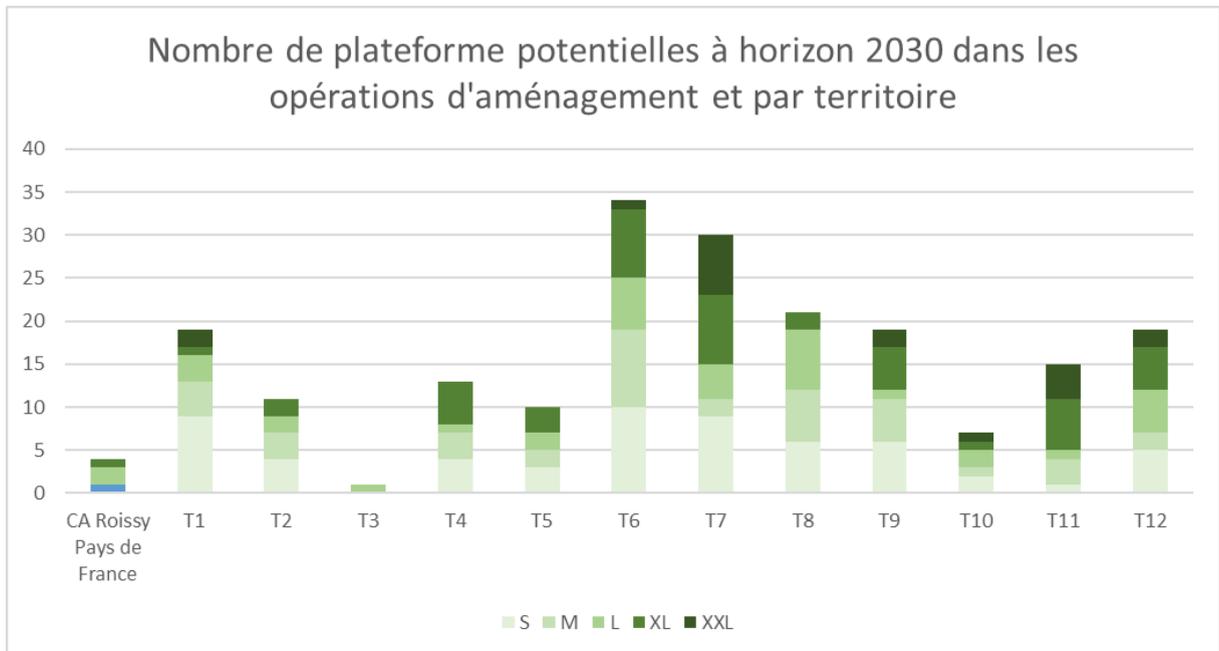
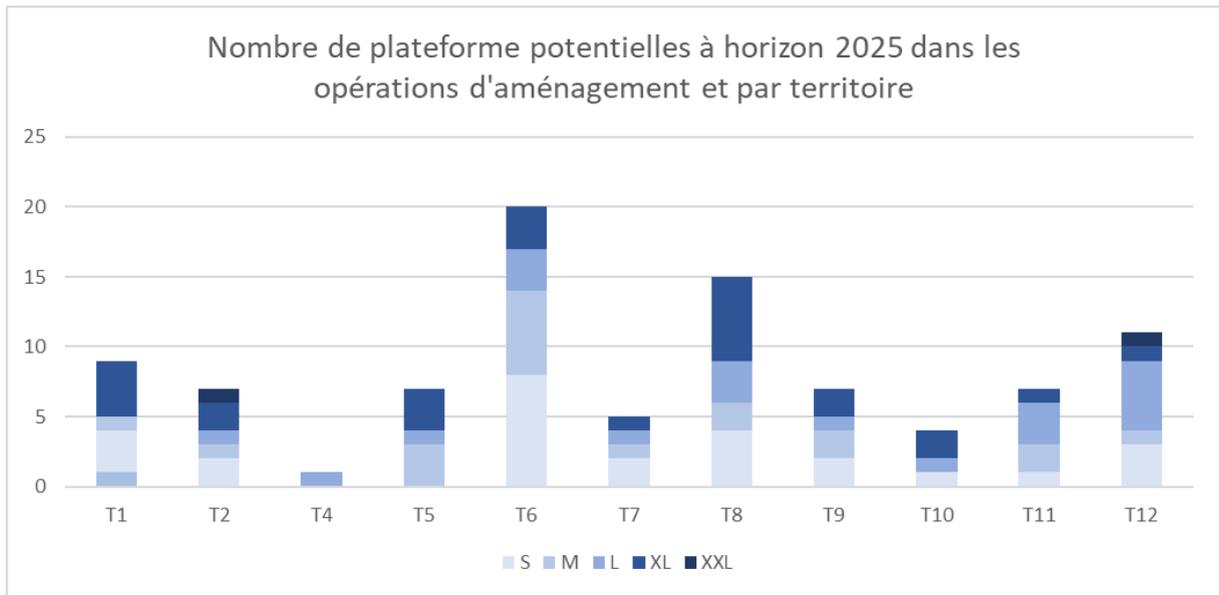
Parmi les 296 sites potentiels identifiés dans les secteurs de projets 92 sont disponibles à horizon 2025 et 202 à horizon 2030. 86 sites de moins de 3 000 m<sup>2</sup> (S) ont été identifiés ainsi que 60 sites de 3 000 à 4 999 m<sup>2</sup> (M) ; 57 sites de 5 000 à 9 999 m<sup>2</sup> (L) ; 73 sites de 10 000 m<sup>2</sup> à 49 999 m<sup>2</sup> (XL) et 20 sites de plus de 50 000m<sup>2</sup> (XXL).

Les territoires susceptibles d'accueillir le plus grand nombre de plateformes de BTP transitoire sont Plaine Commune (21 sites) ; Est Ensemble (15 sites) et Grand Orly Seine Bièvre (12). Ces chiffres reflètent des dynamiques de projet engagées sur ces territoires.

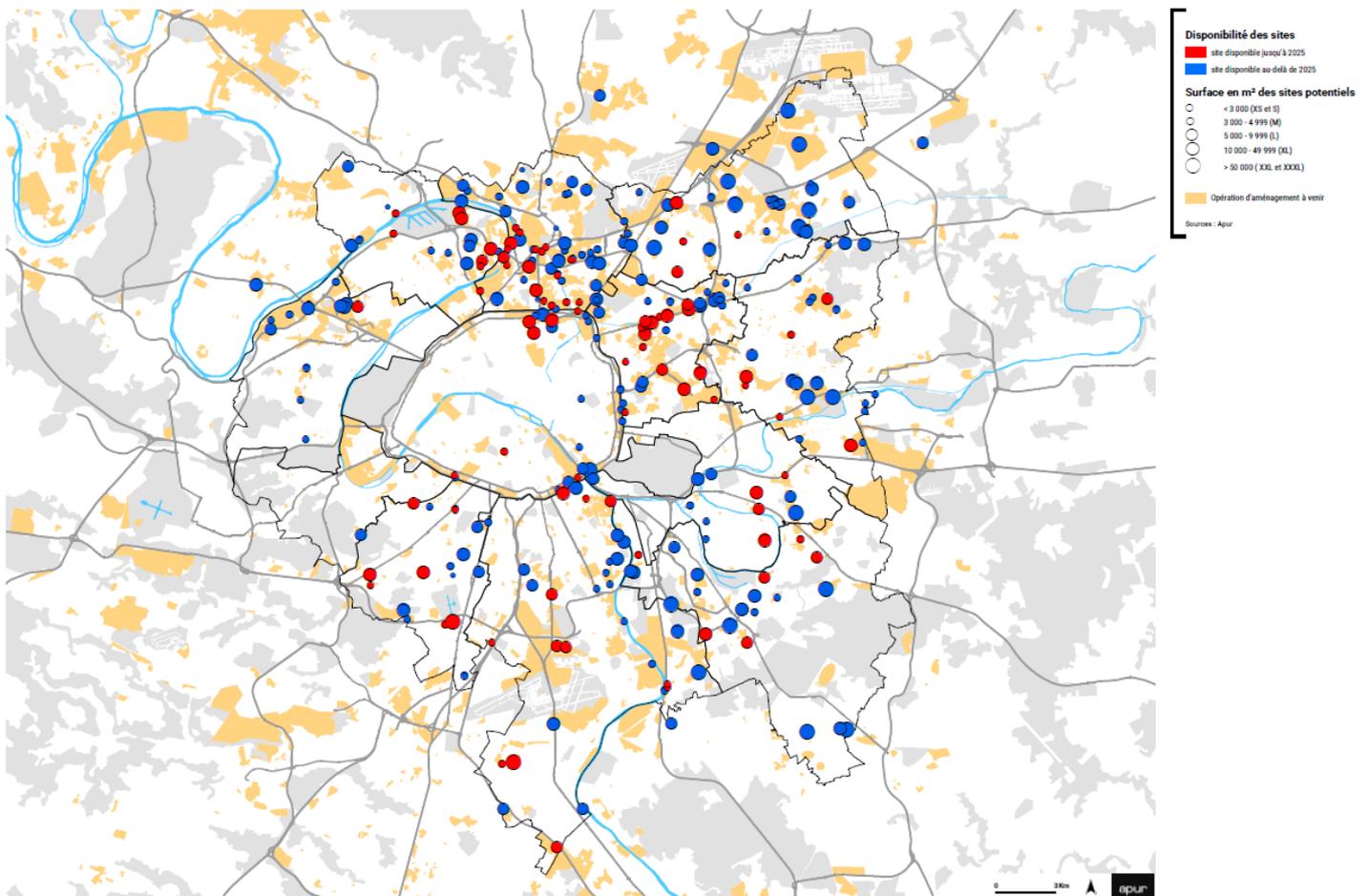
*Pour aller plus loin*

Dans la continuité des préconisations décrites dans la partie sur le foncier pérenne, un des leviers possibles pour faciliter le réemploi et le recyclage des déchets du BTP, serait d'améliorer la caractérisation des flux de démolition du BTP dans les opérations d'aménagement afin d'identifier à une échelle territoriale des volumes de déchets à venir, de les massifier et d'organiser au mieux les filières. Aujourd'hui, de nombreuses filières sont encore émergentes ou inexistantes dans la métropole du Grand Paris. Une meilleure connaissance de ces flux permettrait donc de développer les filières qui par manque de fonciers disponibles peinent à se développer.





## LES SITES POTENTIELS DE PLATEFORME DE BTP DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT



### 3.2. Anticiper les risques liés aux ressources : les matériaux de construction

#### 3.2.1. Cadre de travail

L'étude du métabolisme territorial de la Métropole du Grand Paris a été l'occasion d'organiser des ateliers de partage et de prospective avec les acteurs du territoire. Le deuxième atelier a été organisé le 23 novembre 2021 sur les matériaux de construction.

Cet atelier avait notamment pour objectifs de :

- Mobiliser et impliquer les acteurs clés partenaires de l'étude de métabolisme et plus particulièrement le sujet des matériaux de construction ;
- Faire de la pédagogie sur les enjeux, le contenu de l'étude et les perspectives d'exploitation du métabolisme et de ses évolutions possibles ;
- Conduire les acteurs participants à se projeter dans des situations de tensions extrêmes ou de rupture sur certaines ressources.

Afin de se projeter dans les actions à mener, l'atelier a proposé de travailler sur les leviers à actionner pour parvenir à la mise en œuvre d'actions concrètes. En effet, les acteurs ont aujourd'hui besoin de s'approprier et de se projeter afin de prendre en compte l'ensemble des conséquences que pourraient avoir un événement inattendu (directes et indirectes) et pouvoir

répondre à une situation de crise. Par ailleurs des ateliers collaboratifs ont permis de dessiner une potentielle feuille de route pour la construction circulaire autour des 5 sous flux suivants :

- Bois / biomasse
- Terre
- Granulats / Béton
- Métaux
- Second œuvre

Pour chaque sous-système, un “événement disruptif” a été proposé aux participants afin de les amener à réfléchir ensemble sur les effets attendus et la manière d’agir pour anticiper ce genre d’événement et répondre aux situations de crises qui en découlent.

Nous prenons ici l’exemple des granulats et du béton pour imaginer un événement inattendu qui pourrait se produire :

*« La raréfaction des ressources minérales du Bassin parisien amène les maîtres d’ouvrage à s’engager sur de nouveaux objectifs d’incorporation de granulats recyclés dans le béton à hauteur de 50% minimum.*

*De plus, à la suite de la COP26, une nouvelle fiscalité climatique est mise en œuvre. Elle introduit des nouvelles taxes sur les constructions de logement neufs en fonction de leur énergie grise et de leur empreinte CO2 qui implique un surcoût global du m2 de 30% si on préserve les techniques de construction actuelles. »*

### 3.2.2. Les effets attendus de l’événement

Des effets attendus de cet événement se font ressentir notamment pour les acteurs économiques dont les activités dépendent directement des matériaux concernés :

- Un manque de ressources en granulats pour les travaux publics (réflexion sur l’utilisation de béton) : travail sur les filières de substitution (type mâchefers, terres, chaulées) ;
- Une montée en puissance nécessaire de la filière granulats recyclés ;
- Des impacts socio-économiques pour la filière granulats et BTP (site fermés, sortie d’emplois, etc.) ;
- Une évolution des modes et système constructifs ;
- La mobilisation d’un diagnostic de caractérisation pour la démolition du béton afin de capter les meilleurs gisements.

Aujourd’hui beaucoup de paramètres freinent la diminution de l’utilisation du béton. Notamment, la réglementation incendie qui limite la construction bois, le manque de CCTP autorisant l’utilisation de granulats recyclés, l’insuffisance des filières de recyclage ou encore les process industriels et logistiques actuels qui freinent l’approvisionnement en matériaux alternatifs.

On retrouve également des freins sociaux liée à l’acceptabilité politique et des riverains mais aussi un coût du foncier qui limite l’implantation de filières à faible valeur ajoutée.

### 3.2.3. Actions de prévention

Ainsi afin d'anticiper l'apparition de cet évènement, les acteurs interrogés ont proposé plusieurs actions à mettre en œuvre :

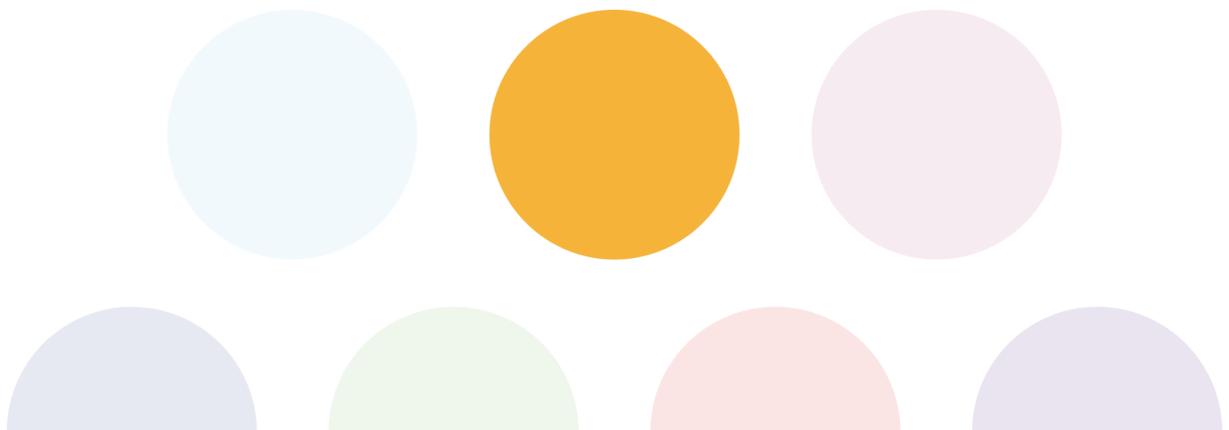
- Réaliser des formations et de la sensibilisation auprès de l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur
- Réaliser des études prospectives sur l'emploi, le plan de gestion prévisionnelle et l'évolution des compétences (GPECT)
- De faire plus de recherche autour d'autres formes de valorisation : réemploi, dallage, structure, etc.
- De réaliser une étude prospective sur les ressources à moindre impact environnemental (dont carbone)
- De réaliser une étude économique pour assurer le prix, l'acceptabilité et la logistique
- De poursuivre les recherches du recyclage du béton dans le béton

### 3.2.4. Synthèse des autres sous système

- Sous-système "Bois / Biomasse" :
  - Scénario disruptif : Avec la contrainte sur les ressources en calcaire et les évolutions sur les normes constructives, le nombre de constructions en béton doit être réduit. Le bois est une piste intéressante, mais cette ressource se retrouve très vite en tension à l'échelle européenne. Ces deux facteurs poussent à envisager l'usage de plus de bois dans les constructions mais aussi d'autres solutions alternatives.
  - Synthèse des actions à mener :
    - Faire évoluer les normes sur la construction biosourcée, la protection incendie ;
    - Réaliser plus de diagnostic ressources (PEMD) qui axent davantage sur le réemploi, la réutilisation et le recyclage ;
    - Développer la formation professionnelle et accompagner les acteurs du béton vers la filière bois ;
    - Développer la filière biosourcés ;
    - Redévelopper l'industrie de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nd</sup> transformation du bois en IDF (donc plateforme de réemploi).
- Sous-système "Terre" :
  - Scénario disruptif : De nouveaux objectifs de valorisation des terres excavées, hors comblement de carrière, sont définis par les principaux maîtres d'ouvrage sur le territoire de la MGP. De nouvelles solutions doivent être trouvées pour respecter ces nouveaux engagements volontaires.
  - Synthèse des actions à mener :

- Accentuer la R&D sur de nouveaux matériaux en terre ;
  - Augmenter la mise en relation des acteurs pour augmenter les exutoires ;
  - Accompagner le développement de plateformes supplémentaires (Friches, accessibilité des riverains) ;
  - Faire appel à des acteurs qui vont trouver des débouchés de valorisation (moins cher que la mise en décharge) ;
  - Développer les filières de traitement dans une logique complémentaire.
- Sous-système “Métaux” :
    - Scénario disruptif : Les flux de métaux importés en Europe, et tout particulièrement d’acier et de cuivre, en provenance d’Asie et d’Amérique du Sud ne permettent de répondre à la demande du secteur de la construction (35% de la consommation d’acier en Europe). La Métropole du Grand Paris doit faire face à ces difficultés d’approvisionnement.
    - Synthèse des actions à mener :
      - Imposer une traçabilité des flux métaux sur le neuf avec la généralisation des caractérisations des flux et la déconstruction des bâtiments métalliques et des voies ferrés ;
      - Limiter les constructions neuves - valoriser l’existant vacant (logement et bureau) et changement d’usage.
- Sous-système “Second œuvre” :
    - Scénario disruptif : Le contexte mondial rend de plus en plus difficile la production et le transport de marchandises et impacte tout particulièrement l’approvisionnement en équipements du second œuvre. Une nouvelle réglementation conditionne la fiscalité sur la construction de logements neufs au taux de réemploi de biens de second œuvre. Par exemple : Sans aucun élément de réemploi, pour un bâtiment en R+3, le surcoût s’élève à 30% à la dépose du permis. Focus “Équipements sanitaires, Aménagement (cloisons, portes, mobilier, revêtement de mur/sol), Équipements techniques (production chaud/froid + électricité)”
    - Synthèse des actions à mener :
      - Mettre en place une Charte construction neuve pour se préparer à l’intégration de matériaux de réemploi
      - Mettre à disposition des retours d’expérience sur les projets notamment sur l’aspect financier
      - Développer un réseau de plateformes pour le second œuvre
      - Lancer des appels à projets
      - Permettre la montée en compétence des acteurs en créant le métier de valoriste

## 4. Flux alimentaires et acteurs associés



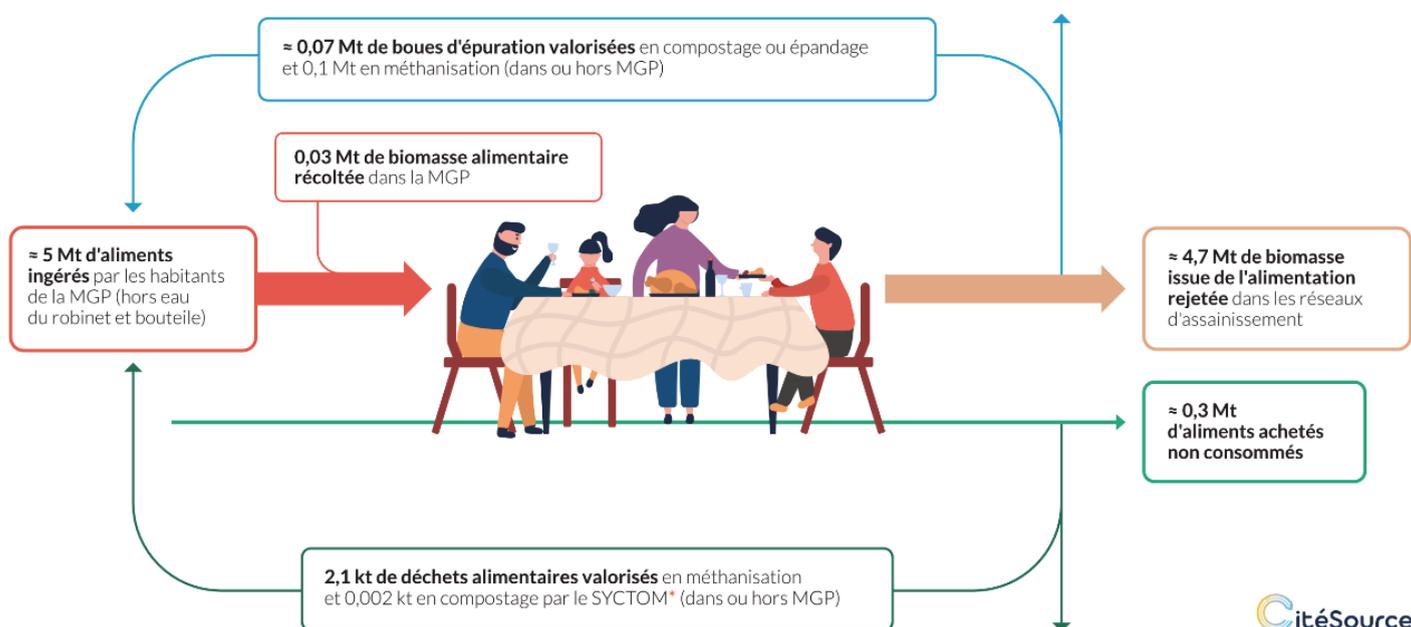
## 4.1. Modélisation des flux alimentaires

### 4.1.1. Résultats synthétiques de la modélisation des flux

Cette partie présente les résultats de la modélisation des flux de la métropole en 2017 par EPT et groupe d'aliments. La consommation de la population (ensemble des habitants et repas consommés par ces derniers) est estimée selon la masse moyenne ingérée par classe d'âge et groupes d'aliments en France (étude INCA3). Sont exclues les consommations d'eau du robinet et d'eaux conditionnées. Les autres boissons (chaudes, alcoolisées, rafraîchissantes sans alcool, jus de fruits et de légumes) sont prises en compte, bien que leur contenu en matière organique puisse être faible. Les pertes alimentaires, de l'extraction à la consommation, sont estimées selon une étude réalisée en 2016 par INCOME consulting et AK2C pour l'ADEME. Les flux en aval de la consommation sont étudiés à partir de données du SIAAP, du SYCTOM et de l'ORDIF et les flux d'azote et de phosphore estimés selon des coefficients issus d'Esculier (2018).

La figure 4.1 montre les flux consommés par la population, les déchets générés par les habitants et les rejets dans les réseaux d'assainissement de la métropole en 2017. Les flux en amont de la consommation par les habitants sont présentés dans le point suivant. 3 points clés ressortent et seront développés :

- Des pertes alimentaires à chaque étape de transformation des matières ;
- Une récolte d'aliments dans la métropole contribuant marginalement à la consommation du territoire ;
- Une valorisation des déchets alimentaires et des boues de stations d'épuration faible en 2017 mais en forte progression.



CitéSource

\* le SYCTOM assure le traitement et la valorisation des déchets ménagers de 82 communes situées sur 11 EPT de la métropole, les autres communes, de même que les autres valorisations, ne sont pas prises en compte ici par manque de données sur l'ensemble du territoire

Figure 4.1. Flux alimentaires de la métropole en 2017 hors flux en amont de la consommation (Mt).  
Source : modélisations de CitéSource pour consommation, SIAAP, SYCTOM et ORDIF pour flux aval

#### 4.1.2. 4,9 Mt d'aliments ingérés par les habitants de la métropole

4,9 Mt d'aliments ont été ingérés par la population de la métropole en 2017, soit 0,7 tonnes par habitant. Ainsi que le montre la figure 4.2, les boissons forment un peu plus du tiers de cette consommation, suivi par les aliments issus de grande culture (dont pain, pâtes, riz, pommes de terre), puis les aliments d'origine animale (dont produits laitiers, viandes, œufs, poissons) et enfin les fruits et légumes. Par ailleurs, ainsi que le montre la figure 4.3, la consommation est fortement concentrée dans Paris.

Si les aliments d'origine animale ne sont pas majoritaires en masse, ils dominent en termes d'apport en protéines : 60 % (INCA3). La part de ces aliments dans le régime alimentaire des habitants de la région parisienne a fortement augmenté depuis deux siècles puisqu'elle n'était que 32 % en 1786 et 50 % à la fin du XIXe siècle (Barles *et al.*, 2010). Très peu de personnes en France ne consomment aucun de ces aliments et ont un régime strictement végétarien : 0,1 % des adultes (INCA3). 2 % des adultes suivent un régime végétarien excluant au minimum la viande mais comportant des produits de la mer, des œufs ou des produits laitiers.

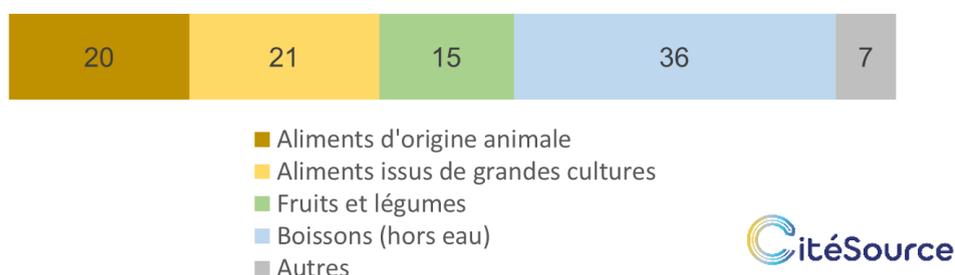


Figure 4.2. Part en masse des groupes d'aliments dans les aliments ingérés par les habitants de la métropole en 2017, %. Source : modélisations de CitéSource

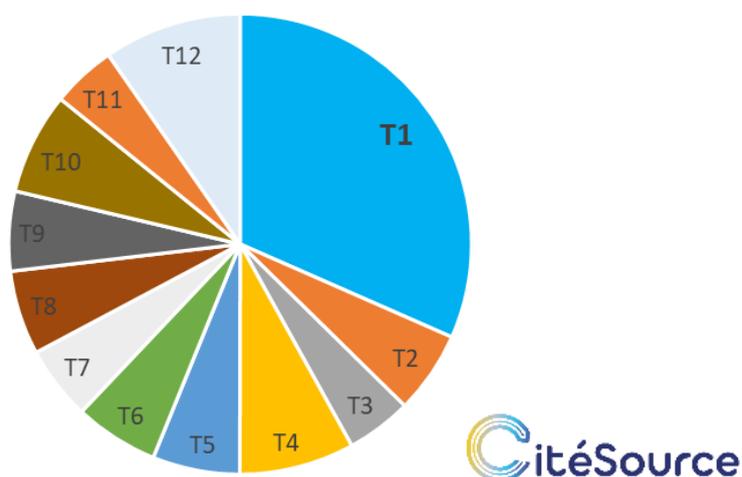


Figure 4.3. Répartition de la consommation (aliments ingérés) par EPT en 2017 (%). Source : modélisations de CitéSource

### 4.1.3. Des pertes alimentaires à chaque étape de transformation des matières

Avant de pouvoir être ingérés par les habitants de la métropole, les aliments sont récoltés, transformés et distribués. Des pertes de matières sont générées à chacune de ces étapes, de même que lors de la préparation des repas. De plus, certains aliments achetés ne sont pas consommés. Seules les pertes pour l'alimentation humaine sont prises en compte ici : par exemple pour le blé, les pertes en grain et non l'ensemble de la plante dont la tige. [Le tableau 4.1](#) montre les étapes et pertes prises en compte.

*Tableau 4.1. Étapes et flux de pertes nettes de biomasse pour l'alimentation humaine pris en compte. Source : cette étude (CitéSource) d'après INCOME consulting et AK2C (2016)*

Etape	Flux de pertes nettes de biomasse pour l'alimentation humaine pris en compte
Extraction (de biomasse destinée à l'alimentation humaine depuis le milieu naturel)	Pertes et gaspillages liés au processus de récolte Pertes et gaspillages liés au déclassé du produit en alimentation animale (produit non conforme pour l'alimentation humaine en termes de qualité, problème de stockage, taux d'humidité, etc.), Tris (défauts d'aspect et calibre, enlèvement de parties abîmées, surplus de production) Pertes en stockage
Transformation	Perte au tri réception usine Perte à la transformation (peau, lamelles de coupe, défauts) Pertes en process, pertes dues à des parasites Autres coproduits et résidus
Distribution	Invendus (produits abîmés, dates courtes)
Consommation	Pertes et gaspillages générés avant la préparation et la consommation des aliments (produits périmés, emballages non ouverts) Pertes et gaspillages générés lors de la préparation des repas (épluchage, produits écartés des recettes) Pertes et gaspillages correspondant aux restes de plats et d'assiettes non consommés

Ainsi que le montre [la figure 4.4](#), les pertes alimentaires de la récolte à la consommation s'élèvent à 1,1 Mt, ce qui représente le quart des aliments ingérés. La consommation totale de la métropole s'élève à 6 Mt, soit environ 0,8 tonne par habitant.

Les pertes à chaque étape de transformation varient entre 0,2 et 0,3 Mt. Les données utilisées pour cette étude ne permettent pas de situer les flux. Cependant, la majorité des pertes lors de l'extraction se situe hors de la métropole, de même qu'une partie des pertes lors des étapes de transformation et distribution. 0,3 Mt, soit 50 kg/hab de pertes sont générés lors de la consommation, soit près du tiers de l'ensemble des pertes.

Ces pertes induisent des émissions de gaz à effet de serre et des coûts. Pour la France dans les années 2010 : les 10 Mt de pertes alimentaires de l'extraction à la consommation représentent

des émissions de gaz à effet de serre d'environ 15 Mt eq CO<sub>2</sub> (3 % des émissions de la France) et une valeur théorique commerciale de 16 milliards d'euros (INCOME consulting et AK2C, 2016).



Figure 4.4. Consommations et pertes alimentaires de la récolte à la consommation, Métropole du Grand Paris, 2017 (Mt). Source : modélisations de CitéSource

#### 4.1.4. Une récolte d'aliments contribuant marginalement à la consommation du territoire

Environ 26 kt de biomasse agricole sont récoltées en 2017 dans la métropole, 3 kt de fruits et légumes hors pommes de terre dont 1,1 kt issus de production biologique, 4 kt de pommes de terre et autres tubercules, 10 kt de betterave et 8 kt de céréales. Cette production agricole n'est pas destinée uniquement à la consommation des habitants, la betterave sucrière et le blé notamment étant en partie exportés vers d'autres régions ou pays. Cependant, si l'on rapporte l'ensemble de la production agricole à la consommation modélisée, la première représente 0,5 % des aliments ingérés et 0,4 % de la consommation totale (aliments ingérés et total des pertes en amont) des habitants du territoire. Pour les fruits et légumes hors pommes de terre uniquement, ces valeurs sont respectivement de 0,4 et 0,3 %. Le maintien et développement de cette activité agricole est un enjeu pour le territoire et constitue l'un des objectifs du PCAEM (voir point 1.5.3).

La consommation alimentaire du territoire nécessite donc de fortes importations depuis le reste de la région, de la France et d'autres pays. Ces importations transitent notamment par le marché international de Rungis, plus grand marché de produits frais au monde. 1,2 Mt de fruits et légumes ont été importés par le marché en 2018 (Agreste Ile-de-France, 2019), une partie des produits ne faisant que transiter.

La production agricole de la région Ile-de-France est en bonne partie tournée vers l'exportation (cultures industrielles de céréales et betterave sucrière notamment) et elle ne peut couvrir qu'une partie des besoins de la métropole. Pour les fruits et légumes hors pommes de terre par exemple, l'ensemble de la production agricole régionale ne représente que 33 % des aliments ingérés et 26 % de la consommation totale (aliments ingérés et total des pertes en amont) des habitants de la métropole. De plus cette production doit répondre aux besoins de l'ensemble des habitants de la région. L'atteinte de l'objectif du PCAEM de 15 % d'autonomie en fruits et légumes en 2030 puis 20 % en 2050 implique par conséquent de fortes mutations de l'agriculture régionale.

L'aire d'approvisionnement de l'agglomération parisienne est vaste : la distance moyenne pondérée est de 662 km au début des années 2000 (Barles *et al.*, 2010). Les régions du bassin de la Seine jouent un rôle clé dans l'approvisionnement de l'agglomération, 54 % de la consommation en protéines et 63 % de la consommation de protéines d'origine végétale en étant issus. Bretagne, Normandie et Hauts-de-France assurent la majeure partie des besoins en produits animaux (Barles *et al.*, 2010).

#### 4.1.5. Une valorisation des déchets alimentaires et des boues de stations d'épuration faible en 2017 mais en forte progression

Les aliments ingérés par les habitants de la métropole sont très majoritairement rejetés après digestion dans les réseaux d'assainissement collectif. A l'issue du traitement des 715 Mt d'eaux usées générées annuellement par le territoire, environ 150 kt de boues de stations d'épuration sont produites, dont environ 25 kt sont valorisées en épandage, 40 kt en compostage et 5 kt en méthanisation (estimation CitéSource d'après données publiées par SIAAP). Cette valorisation est réalisée en partie hors du territoire.

Des déchets solides alimentaires sont également générés, notamment lors de la consommation des aliments. Peu de données portent sur la gestion de ces déchets, les statistiques disponibles incluant souvent l'ensemble des déchets organiques, dont les déchets verts. Le rapport d'activité du SYCTOM pour l'année 2017 indique que 2,1 kt de déchets alimentaires ont été collectées (dont 2 kt dans Paris), 2,1 kt de déchets alimentaires valorisées en méthanisation et 0,002 kt en compostage. Le SYCTOM **assure le traitement et la valorisation des déchets ménagers** de 82 communes situées sur 11 EPT de la métropole. Les autres formes de valorisation et les flux concernant les autres communes de la métropole n'ont pas pu être estimés par manque de données. Cependant, en 2017, cette valorisation est très probablement minime. Pour l'année 2014, le PCAEM indique que seulement 2 % des biodéchets de la métropole (dont déchets verts) ont été compostés.

Cette valorisation connaît cependant un fort développement, en réponse notamment aux objectifs réglementaires et documents de planification (voir point 1.5.3). 5,8 kt de déchets alimentaires ont été collectées par le SYCTOM puis valorisées en méthanisation en 2020, ainsi que 0,2 kt en compostage. Le tri à la source des biodéchets sera obligatoire au 31 décembre 2023 (loi LGEC). Le PCAEM a pour objectif de tendre vers une valorisation matière (compostage, méthanisation) de 100 % des biodéchets.

#### 4.1.6. Des ressources secondaires en azote et phosphore précieuses

33 kt d'azote et 3 kt de phosphore sont ingérées en 2017 par les habitants de la métropole. A cette ingestion sont associées des pertes tout le long de la chaîne de circulation des matières de 7 kt d'azote et 0,7 kt de phosphore. Lors de la consommation seulement, 2,2 kt de pertes d'azote et 0,2 kt de phosphore sont générées (dont respectivement 1,1 et 0,1 kt issus de produits animaux). En aval de la consommation, les rejets dans les réseaux d'assainissement contiennent 32 kt d'azote et 3 kt de phosphore. 4 % des flux d'azote et 41 % des flux de phosphore sont récupérés en station d'épuration en 2013 en Ile-de-France selon Fabien Esculier (2018), valeurs qui pourraient atteindre respectivement 62 % et 89 % en 2053 selon l'auteur par le développement de systèmes de séparation à la source de l'urine.

Ces ressources secondaires pourraient permettre de substituer une partie des engrais minéraux utilisés dans l'agriculture au sein de la métropole : 3,8 kt d'engrais minéraux ont été livrées en 2018 avec un contenu en azote de l'ordre de 1,3 kt et en phosphore de 0,1 kt (statistiques de l'UNIFA sur les tonnes livrées par département en 2018).

La consommation annuelle de protéines animales d'un habitant d'Ile-de-France au début des années 2000 requiert 10 kg d'azote issus de soja latino-américain, 12 kg d'azote contenus dans les fertilisants industriels et 6,3 kg fixés symbiotiquement. Elle engendre des pertes d'azote potentiellement polluantes pour l'hydrosystème de l'ordre de 20 kg (Barles *et al.*, 2010).

## 4.2. Les acteurs de la biomasse alimentaire

### 4.2.1. Connaître les acteurs du territoire

L'enjeu est de recenser des acteurs qui, par leurs activités et leurs interactions, sont susceptibles de réduire la consommation de ressources sur le territoire de la Métropole du Grand Paris (MGP). Les ressources en biomasse alimentaire font l'objet d'une attention particulière, au vu des potentiels de valorisation matière et énergétique qu'elles impliquent. La connaissance et la représentation cartographique d'acteurs qui œuvrent dans le secteur agro-alimentaire, ainsi que dans celui de la valorisation énergétique et matière des déchets organiques, doit mettre en lumière des opportunités de synergies favorables à une réduction des consommations de ressources.

Le recensement a permis d'inscrire sur la carte 118 acteurs de la biomasse, qui se répartissent selon la typologie suivante :

- Production et distribution : les acteurs qui, par leurs activités, sont en mesure de fournir de la ressource
- Transformation et valorisation : les acteurs qui concourent au réemploi, à la valorisation énergétique ou matière des ressources potentielles.

Ainsi, les ressources en biomasse impliquent 85 acteurs de la « production et distribution » et 33 acteurs de la « transformation et valorisation ».

### 4.2.2 Recensement des acteurs associés à la biomasse

#### *Production et distribution de biomasse*

Le territoire de la Métropole du Grand Paris est un espace urbain dense, très majoritairement alimenté par un hinterland rural à toutes les échelles (Île-de-France, Bassin parisien, France, Europe, Monde). Les exploitations agricoles, tout comme les nombreux jardins partagés sur le territoire, participent à la marge au système agro-alimentaire métropolitain, bien que leur rôle sur le plan écologique et social soit important. L'Institut Paris Region a donc fait le choix de ne considérer que les distributeurs (commerces de gros) ou les entreprises de la première transformation (industries agro-alimentaires), en tant qu'acteurs majeurs de la gestion des flux alimentaires à l'échelon métropolitain.

L'Institut Paris Region recense les industries agro-alimentaires présentes sur le territoire métropolitain, par le biais d'une extraction des fichiers SIRENE, à partir des Codes NAF des « industries alimentaires ». L'enjeu est de ne garder que des entreprises aux modes de production industriels, plus à même de générer des flux importants ou d'être à l'origine de symbioses industrielles. Ainsi l'étude ne comptabilise que les entreprises de plus de 10 salariés, afin de ne considérer que les infrastructures les plus à même d'agir sur le métabolisme. Le site payant en ligne « Cap Financials »<sup>23</sup> permet, en outre, de ne considérer que les « établissements » (principaux ou secondaires) et non les sièges sociaux (adresse administrative et légale de la société), dans la mesure où ces derniers ne constituent pas des sites où transitent directement les flux.

---

<sup>23</sup> Cap Financials, URL : [app.capfinancials.com](http://app.capfinancials.com), Consulté en ligne le 19 juillet 2021.

Au total, 32 fabriques industrielles de produits agro-alimentaires ont été recensées sur le territoire de la MGP, parmi lesquelles des entreprises de :

- Fabrication de cacao, chocolat et produits de confiserie
- Transformation et conservation de fruits
- Transformation du thé et du café
- Fabrication de pâtes alimentaires
- Fabrication de plats préparés
- Fabrication industrielle de pain
- Fabrication de lait liquide et de produits frais
- Cuisson de produits de boulangerie
- Fabrication de biscuits, biscottes et pâtisseries de conservation
- Fabrication de fromage
- Meunerie
- Préparation industrielle de produits à base de viande

Pour les commerces de gros alimentaire, il s'agit également de procéder à une extraction sur la base SIRENE, à partir de la nomenclature NAF. On garde le seuil des entreprises de plus de 10 salariés, afin de ne garder que les structures les plus à même de fournir d'importants gisements de ressources potentielles. Près de 55 commerces de gros alimentaires ont ainsi été recensés sur le territoire métropolitain, parmi lesquels des commerces spécialisés dans les produits suivants : fruits et légumes, produits laitiers, huiles, fleurs et plantes, viandes, café, thé, cacao, épices.

#### *Transformation et valorisation de la biomasse*

Les 26 acteurs de la valorisation énergétique de la biomasse sont composés de chaufferies biomasse, et d'unités de méthanisation. Le fichier source de la cartographie sur les chaufferies biomasse en Île-de-France<sup>24</sup>, transmis par l'Agence régionale de l'énergie et du climat (AREC) suite à une extraction de données en open data sur Energif, a permis d'en recenser 23 sur le territoire métropolitain. L'AREC a également réalisé en 2021 une carte sur les unités de méthanisation en Île-de-France : sur les 32 unités en fonctionnement et les 49 en projets, 1 est en fonctionnement (Valenton) et 2 en projet sur le territoire métropolitain (Gennevilliers et Vitry-sur-Seine).

La mise à jour de *l'Atlas des installations de traitement des déchets (2021)* a en outre permis d'indiquer l'existence de 5 plateformes de compostage à l'échelon de la MGP, que l'on regroupe dans une catégorie nommée « valorisation matière de la biomasse », à laquelle on ajoute deux entreprises pratiquant le broyage de déchets de bois en vue d'une valorisation. Ces deux entreprises ont été identifiées grâce aux données des Etablissements Publics Territoriaux (EPT) Est Ensemble et Plaine Commune.

---

24 [www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/les-chaufferies-biomasse-au-service-de-la-transition-energetique](http://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/les-chaufferies-biomasse-au-service-de-la-transition-energetique)

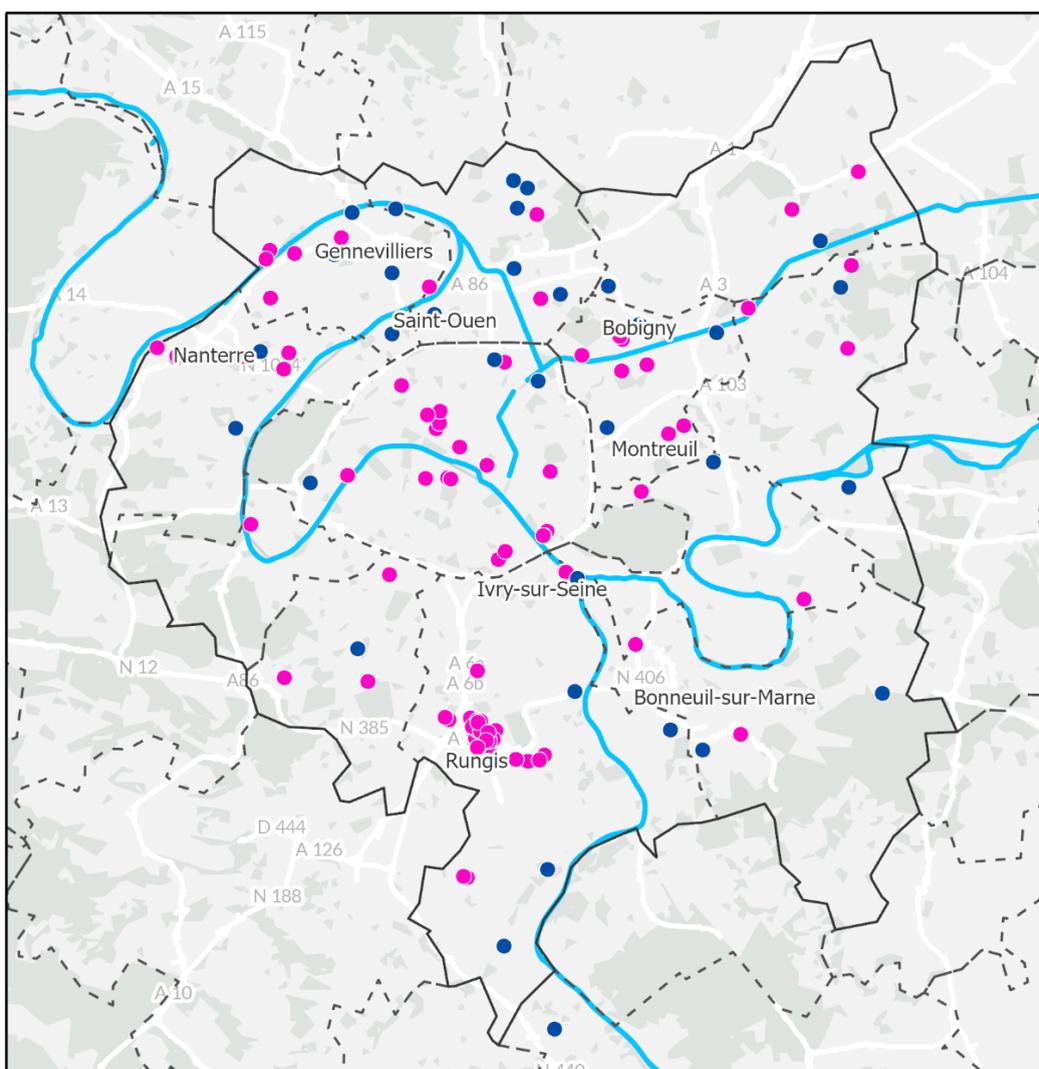
### 4.2.3. Analyse cartographique

#### Répartition spatiale des quatre catégories

La carte ci-après dévoile l'ensemble des acteurs associés aux flux de biomasse, répartis par grandes catégories.

### Les acteurs de l'économie circulaire (flux biomasse) 2021

#### Métropole du Grand Paris



#### catégorie

- Production distribution
- Transformation valorisation

Sources : L'Institut Paris Region, Fibois EKOPOLIS, CAPFI, Saint Gobain, Plaine Commune, FFB Grand Paris, CRESS

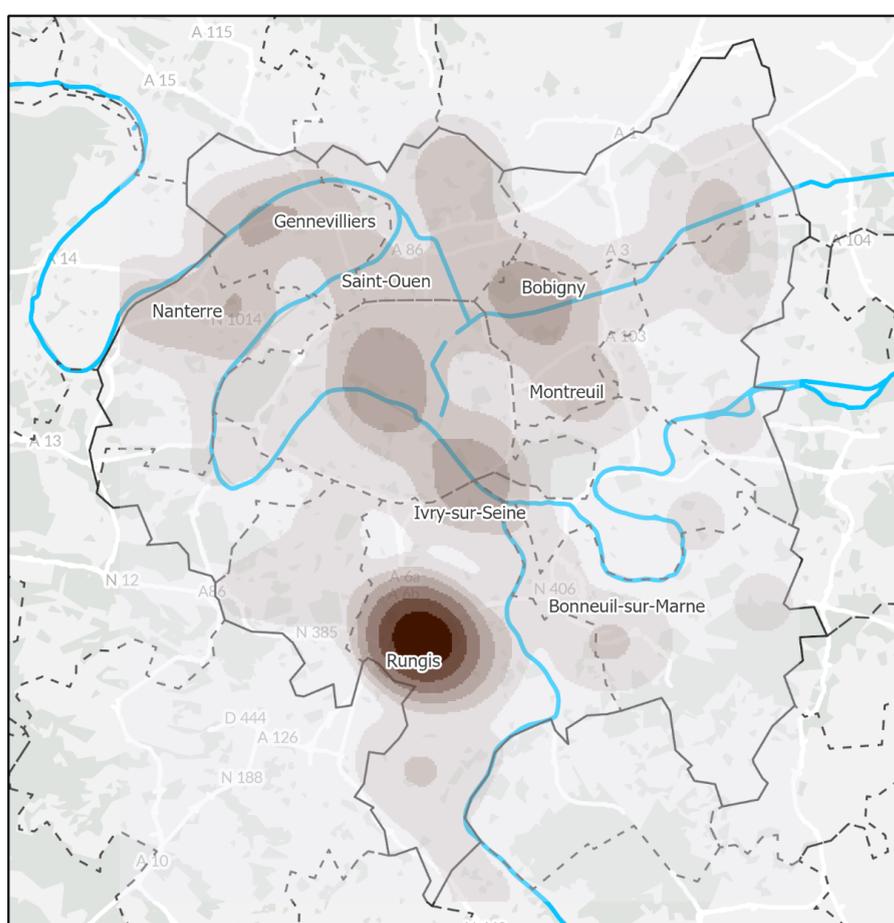


Figure 4.5. Les acteurs de l'économie circulaire (flux biomasse) 2021, Métropole du Grand Paris. Source : L'Institut Paris Region

Une première analyse spatiale permet d'identifier certaines zones particulièrement denses en acteurs, sans pondérer les différents établissements à leur taille ou à la quantité de flux gérés. Ainsi, les acteurs de la production et de la distribution de ressources sont d'abord fortement concentrés autour de Rungis. L'importance des commerces de gros alimentaires, ou des usines de transformation alimentaire au sein de cette catégorie expliquent en partie la représentativité élevée du Marché d'Intérêt National (MIN). L'étude constate également une relative concentration dans Paris intra-muros, à proximité de la Seine ; une première hypothèse consisterait à dire que les commerces de gros alimentaires cherchent à s'implanter aussi bien à proximité des espaces logistiques que des zones de forte demande, où la densité de population est élevée. D'une manière générale et dans une certaine mesure, l'axe Seine semble polariser les acteurs de la production et de la distribution, notamment dans le nord-ouest parisien.

### Les territoires de l'économie circulaire (flux biomasse) 2021

Métropole du Grand Paris



Densité d'acteurs (effectifs par unité de carte)\*

0.000001 - 0.0543658
0.0543659 - 0.156302
0.156303 - 0.292216
0.292217 - 0.543658
0.543659 - 0.903832
0.903833 - 1.30478
1.30479 - 1.73291

Sources : L'Institut Paris Region, Fibois EKOPOLIS, CAPFI, Saint Gobain, Plaine Commune, FFB Grand Paris, CRESS

\* Selon l'outil de densité de noyau (ArcGIS Pro 2.9) qui calcule une grandeur par unité de carte à partir d'entités ponctuelles



Figure 4.6. Les territoires de l'économie circulaire (flux biomasse) 2021. Source : L'Institut Paris Region

Pour les acteurs de la transformation et de la valorisation de la biomasse, la répartition semble plus homogène sur le territoire d'étude. Les 33 acteurs de cette catégorie semblent à première vue se concentrer dans le nord Parisien, en particulier dans le nord-est des Hauts-de-Seine et en Seine-Saint-Denis. Toutefois, le nombre d'acteurs considérés demeure trop réduit pour mener une analyse de concentration. L'étude sur les acteurs de la transformation et de la valorisation de la biomasse, tout comme celle des acteurs de la production et de la distribution, gagnerait à être étayée par des entretiens semi-directifs, sur le modèle des entretiens réalisés auprès des acteurs des matériaux de construction.

### Témoignage d'acteur



*Le Cluster EMS est une association loi 1901 créée en 2015 par l'EPT GOSB et le département du Val-de-Marne. Son rôle est d'animer un réseau d'acteurs en Île-de-France autour de filières liées à des domaines d'intérêt tels que l'Eau, les Milieux, les Sols, et les Biodéchets en partant du besoin des collectivités pour trouver des solutions avec des entreprises innovantes. Le Cluster EMS s'intéresse à ces filières de façon connectée afin d'avoir une vision systémique de la ville et de son métabolisme urbain. Nos actions comprennent l'accompagnement des acteurs de la filière, la création et l'animation d'ateliers collaboratifs ou de groupes thématiques pour permettre à ces acteurs de se retrouver autour d'un sujet et d'échanger, d'identifier des besoins et de partager des connaissances et retours d'expérience. Concernant la filière « biodéchets » le plan d'action s'inscrit dans les objectifs du PRPGD (Plan Régional de Prévention et Gestion des Déchets) et de la SREC (Stratégie Régionale d'Economie Circulaire) portés par la Région Île-de-France. Ce plan d'action est mené en partenariat avec la Région Île-de-France et l'ADEME qui apportent un soutien financier à sa mise en œuvre.*

*Lors de nos événements nous avons eu l'opportunité d'identifier certains besoins des collectivités franciliennes concernant la gestion de leurs biodéchets, parmi les plus importants :*

- *Besoin de financement en investissement (achat de matériel) et en fonctionnement (moyens humains pour la communication, la sensibilisation et le suivi des projets de gestion des biodéchets),*
- *Besoin de sensibilisation permanente au geste de tri pour accompagner sur le long terme les habitants et producteurs assimilés,*
- *Besoin de partage de retours d'expérience pour aider à la prise de décision des collectivités et des producteurs privés du territoire,*
- *Besoin d'aide à la compréhension des différentes tarifications (redevance incitative, tarification incitation, etc ...)*
- *Besoin d'un soutien au déploiement de boucles locales d'économie circulaire,*
- *Besoin d'aide à l'identification de fonciers (pour installer le compostage, la micro-méthanisation ou les centres de transfert/massification) et d'exutoires (pour permettre le retour au sol de la matière organique.*

#### 4.2.4. Des perspectives pour une meilleure connaissance des potentielles synergies (préconisations)

La cartographie des acteurs associés à la biomasse donne à voir des porteurs de solution en matière d'économie circulaire, en particulier pour les acteurs de la transformation et de la valorisation. Toutefois le nombre trop restreint d'infrastructures recensées n'autorise pas une réelle compréhension de la gouvernance des flux. Plusieurs perspectives émanent de cette étude :

- Elargir le recensement, en intégrant notamment les initiatives d'agriculture urbaine à Paris et en petite couronne, ainsi que les jardins collectifs et partagés ;
- Entreprendre une étude sur les composteurs collectifs ;
- Mener des entretiens auprès d'acteurs de la méthanisation, de plateformes de compostage, de collectivités œuvrant à la valorisation des boues des stations d'épuration ou de syndicats de déchets visant à développer la collecte des déchets organiques.

### 4.3. Anticiper les risques ressources : les produits alimentaires

#### 4.3.1 Cadre de travail

L'étude du métabolisme territorial de la Métropole du Grand Paris a été l'occasion d'organiser des ateliers de partage et de prospective avec les acteurs du territoire. Le troisième atelier a été organisé le 7 décembre 2021 sur les matériaux de construction.

Cet atelier avait notamment pour objectifs de :

- Mobiliser et impliquer les acteurs clés partenaires de l'étude de métabolisme et plus particulièrement le sujet des produits alimentaire ;
- Faire de la pédagogie sur les enjeux, le contenu de l'étude et les perspectives d'exploitation du métabolisme et de ses évolutions possibles ;
- Conduire les acteurs participants à se projeter dans des situations de tensions extrêmes ou de rupture sur certaines ressources.

Afin de se projeter dans les actions à mener, l'atelier a proposé de travailler sur les leviers à actionner pour parvenir à la mise en œuvre d'actions concrètes. En effet, les acteurs ont aujourd'hui besoin de s'approprier et de se projeter afin de prendre en compte l'ensemble des conséquences que pourraient avoir un événement inattendu (directes et indirectes) et pouvoir répondre à une situation de crise. Par ailleurs des ateliers collaboratifs ont permis de dessiner une potentielle feuille de route pour la production alimentaire pour répondre à l'enjeu de « Comment répondre aux besoins nutritionnels des habitants de la MGP tout en garantissant un approvisionnement fiable et en diminuant les impacts environnementaux du champ à la gestion des matières organiques résiduelles.

Et sur quels leviers agir autour de 3 sous flux suivants :

- Approvisionnement en fruits et légumes
- Protéines
- Matières organiques résiduelles

Pour chaque sous-système, un "événement disruptif" a été proposé aux participants afin de les amener à réfléchir ensemble sur les effets attendus et la manière d'agir pour anticiper ce genre d'événement et répondre aux situations de crises qui en découlent.

Nous prenons ici l'exemple de l'approvisionnement en fruits et légumes pour imaginer un événement inattendu qui pourrait se produire :

*Sous la pression des effets du changement climatique, le prix du carbone sur le cycle de vie des aliments impacte fortement le prix des produits exotiques et hors saison importés (+40% du prix au kilo). Parallèlement des événements climatiques exceptionnels (sécheresses, gel, grêle, etc.) à répétition ont lieu dans toute l'Europe et provoquent des ruptures d'approvisionnement sur certains produits, et notamment les produits frais comme les fruits et légumes.*

#### 4.3.2. Les effets attendus de l'événement

Des effets attendus de cet événement se font ressentir notamment autour des modes de consommations des fruits et légumes et des modes de production :

- Une consommation de fruits et légumes secs lyophilisés, en conserves avec des pertes en nutriments et un déséquilibre alimentaire ;
- Une augmentation de la consommation de viande ;
- Une augmentation de la consommation de céréales et légumineuses ;
- Une augmentation du chômage chez les importateurs et les producteurs ;
- Une hausse des prix et baisse du pouvoir d'achat ;
- Un développement de la culture locale et du jardinage ;
- Une volonté de privilégier les circuits courts ;
- Une tendance à se nourrir de produits hautement transformés ;
- Le développement de production sous serre chauffée.

C'est en effet tout un système qui serait touché négativement avec une augmentation de la consommation des produits et des impacts environnementaux importants. Quelques effets positifs ressortent sur l'augmentation de jardins partagés et de l'agriculture urbaine et sur le développement de modes de production plus locaux (circuits courts).

#### 4.3.3. Actions de prévention

Ainsi afin d'anticiper l'apparition de cet événement, les acteurs interrogés ont proposé plusieurs actions à mettre en œuvre :

- Développer l'autonomie alimentaire en soutenant le développement de l'agriculture locale grâce à une dynamique collective importante et un portage politique fort (gestion du foncier/PLU) ;
- Développer des cultures résistantes et moins fragiles aux aléas climatiques
- Soutenir la production de semences paysannes et cultures résistantes (renforcer la biodiversité cultivée) ;
- Changer la PAC en permettant de valoriser les variétés résilientes et la polyculture

- Développer la production locale et la permaculture ;
- Flécher la fiscalité carbone sur la gestion alimentaire ;
- Développer la communication, la sensibilisation (ex : cuisine zéro déchets, sensibilisation à de nouveaux régime alimentaire) ;
- Développer les formations en agro-alimentaire.

#### 4.3.4. Synthèse des autres sous système

- Sous-système “Protéine ” :
  - Scénario disruptif : Une nouvelle réglementation européenne taxe les flux de soja importés de l'étranger et fait augmenter fortement les prix de la viande issues des régions de l'ouest de la France (Bretagne et Normandie) dont dépend la MGP pour son approvisionnement en protéines. Parallèlement, une double zoonose avec de gros dégâts sur le cheptel bovin et avicole oblige à changer brutalement de régime alimentaire et de système agricole sur le plus long terme.
  - Synthèse des actions à mener :
    - Aider à la modification des modes d'élevage ;
    - Encourager la production locale de viande ;
    - Encourager la modification du régime alimentaire sans protéine animale et accompagner à la diversification alimentaire ;
    - Organiser un rationnement via un “pass viande” pour pouvoir s'en passer ;
    - Aider au développement de produits de qualité à moindre teneur en viande et à coût acceptable ;
    - Réduire la part des protéines animales dans les régimes alimentaires (sensibilisation et réorientation de la production agricole)
    - Accompagner le changement d'activité des producteurs
  
- Sous-système “Matières organiques résiduelles” :
  - Scénario disruptif : Dans le cadre d'une révision du New Green Deal européen, la commission européenne durcit la réglementation sur la gestion des déchets organiques et interdit leur incinération. Tous les déchets organiques doivent être triés en amont et faire l'objet d'une valorisation matière.
  - Synthèse des actions à mener :
    - Appliquer les pénalités pour les gros producteurs de biodéchets ;

- Augmenter les capacités de compostage ultra local en augmentant massivement les composteurs partagés dans les parcs (avec maître composteur) ;
- Mettre en place la taxe incitative ;
- Mettre en place des actions massives de lutte contre le gaspillage alimentaire (interdiction de jeter des déchets organiques) ;
- Harmonisation de la communication à l'échelle nationale
- Mettre en place des incitations financières
- Mettre en place une sensibilisation massive au tri sélectif des bio déchets

# 5. Pistes d'actions pour une stratégie d'économie circulaire métropolitaine



## 5.1. Grandes pistes d'action pour les 4 principales matières mobilisées par la métropole

La mise en œuvre d'une stratégie d'économie circulaire par la Métropole permettra d'agir sur les flux de matières, afin de réduire les impacts environnementaux au sein et en dehors du territoire et de limiter les risques socio-économiques liés à l'accès et au coût des ressources. Des pistes d'action sont proposées dans le tableau ci-dessous pour les 4 ensembles de matières ressortant dans les flux et enjeux associés pour la Métropole.

Ces pistes sont réparties selon deux volets : **la réduction et transformation des consommations et déchets** d'une part, **l'utilisation de ressources secondaires** (dont valorisation de déchets) d'autre part. Réduire l'ampleur des consommations de matières et déchets, ainsi que substituer les ressources non renouvelables consommées par des ressources renouvelables ou à faible impact environnemental, notamment certaines ressources locales, est nécessaire car la valorisation des déchets ne peut couvrir toute la consommation du territoire<sup>25</sup>.

Tableau 5.1. Pistes d'action pour les 4 principales matières consommées par la métropole. Source : cette étude (CitéSource)

Matières	Pistes d'action	
	Réduction et transformation des consommations et déchets	Utilisation de ressources secondaires (dont valorisation de déchets)
Matériaux de construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partage, maintenance, adaptation et prolongation de la durée de vie des ouvrages bâtis</li> <li>Eco-conception des espaces bâtis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priorité au réemploi des déchets puis :</li> <li>la réutilisation/redistribution,</li> <li>le reconditionnement/ réusinage,</li> <li>le recyclage</li> </ul>
Produits alimentaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diminution de la part des protéines animales</li> <li>Développement de systèmes agricoles à bas intrants et de la complémentarité polyculture-élevage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bouclage des flux d'azote et de phosphore</li> <li>Développement de la séparation à la source des urines et du compostage</li> </ul>
Véhicules et équipements électriques et électroniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partage, maintenance, adaptation et prolongement la durée de vie des produits</li> <li>Eco-conception des produits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priorité au réemploi des déchets, puis à la réutilisation - redistribution, le reconditionnement - réusinage, le recyclage</li> </ul>
Combustibles fossiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sobriété énergétique</li> <li>Efficacité énergétique</li> <li>Développement des énergies renouvelables</li> </ul>	/

<sup>25</sup> Les pistes proposées sont inspirées des travaux de recherche conduits sur la région Ile-de-France dans le cadre des programmes et projets PIREN Seine, CONFLUENT et OCAP1 ou sur d'autres territoires (Arnsperger et Bourg 2016 ; Haberl et al., 2016), ainsi que d'études de la Ellen Mac Arthur Foundation (2016), de l'Institut de l'Économie Circulaire (2017) et de l'Association négaWatt (2017).

## 5.2. Préconisations concernant le BTP

### 5.2.1. Cadre général

La définition d'une stratégie d'économie circulaire pour les activités du BTP dans la métropole peut se référer à différents exemples de démarches. En France, un cadre de définition de l'économie circulaire dans le bâtiment a par exemple été proposé en 2017 par le Ministère de la transition écologique et solidaire, l'ADEME et d'autres organismes. Il est constitué de cinq ensembles d'actions : optimisation territoriale des flux, sobriété, allongement de la durée de vie, création de ressources pour limiter les déchets et management des parties prenantes. D'autres définitions proposent une approche hiérarchisée où la réduction des flux est prioritaire. Il s'agit de limiter les consommations et déchets résultant d'opérations de démolition-reconstruction de bâtiments, en privilégiant une meilleure utilisation, maintenance et adaptation du bâti existant ainsi que la prolongation de sa durée de vie.

Par exemple, la stratégie pour Amsterdam de Circle Economy et al. (2018) consiste à :

- **Réduire la demande de ressources** (aménagement, usage du bâti, réhabilitation) ;
- **Identifier et exploiter les synergies locales** (valorisation des déchets/ressources secondaires) ;
- **Couvrir les demandes restantes par des ressources à moindre impact** environnemental dont renouvelables, recyclées et locales ;
- **Suivre les résultats** (production et partage de données).

### 5.2.2. Recommandations issues de la cartographie des acteurs

Les entretiens semi-directifs, menés auprès d'une dizaine d'acteurs associés aux flux de matériaux de construction, ont permis de formuler une série de recommandations, destinées à favoriser un aménagement circulaire du territoire métropolitain. Provenant des acteurs interrogés eux-mêmes, ces recommandations présentent donc à la fois une valeur d'expert et d'usage. Elles viennent compléter la note de synthèse de la cartographie des acteurs, ainsi que l'ensemble des résultats de l'étude.

Une première catégorie de recommandations est relative aux maîtres d'ouvrage et aux collectivités territoriales. Il s'agit d'agir sur les marchés publics et la commande publique, afin d'accroître l'usage des matériaux recyclés ou issus du réemploi dans les opérations d'aménagement. Ainsi les acteurs interrogés proposent-ils de :

- Agir sur les cahiers des clauses techniques particulières (CCTP), en y intégrant des clauses de réemploi ou en imposant le recours à des matériaux recyclés ou géo-sourcés dans la construction. De telles mesures doivent notamment contribuer à l'émergence des filières associées aux matériaux de réemploi, qui manquent encore de débouchés.
- Réfléchir avec les maîtres d'ouvrage à la création d'un macro-lot commun « construction et déconstruction », au lieu de deux marchés distincts, construction et démolition. L'enjeu est de favoriser la transmission de matériaux de l'aménageur au constructeur, les déchets issus des démolitions pouvant servir de ressources aux futures constructions.

Une seconde catégorie de recommandations concerne le secteur de la logistique et de la distribution de matériaux. Parmi les propositions, les acteurs interrogés souhaitent :

- Durcir la réglementation pour augmenter l'usage des modes de transport à faible émission de carbone.

- Faire évoluer la réglementation et/ou développer des incitations afin que les distributeurs proposent une offre de matériaux issus du réemploi.

Toutefois, ces deux premières catégories de recommandations ne concernent pas spécifiquement la Métropole du Grand Paris (MGP) et son domaine de compétences. Si la MGP peut œuvrer indirectement à leur mise en œuvre, en particulier par un travail de sensibilisation auprès des maîtres d'ouvrage et des acteurs publics à toutes les échelles, elle développe également par elle-même des actions de sensibilisation, de communication et de mise en réseau. Selon les acteurs interrogés, la MGP aurait pour rôle majeur de :

- Développer une vision transverse de la chaîne de valeur de l'économie circulaire à l'échelon métropolitain, afin de favoriser les passerelles entre les différents maillons.

Par sa vision globale des enjeux et des acteurs métropolitains, la MGP est un acteur essentiel pour infuser l'économie circulaire dans la chaîne de valeur des acteurs associés aux matériaux de construction. Cela passerait en particulier par un travail de :

- Communication autour des bonnes pratiques en matière de recyclage, de réemploi, d'utilisation de matériaux biosourcés ou géo-sourcés. Il s'agirait notamment de sensibiliser les collectivités aux enjeux de consommation de ressources en matériaux, ainsi qu'aux diverses solutions que permet l'économie circulaire.
- Cartographie des chantiers ou des projets d'aménagement proches des gisements potentiels de ressources (projets d'excavation, démolition, etc.)

Enfin, certains acteurs proposent d'aller plus loin. En raison de son rôle essentiel de facilitateur de coopérations, et de la relative ancienneté de ses réflexions en matière de foncier, la Métropole du Grand Paris pourrait jouer un rôle déterminant en matière de :

- Mise à disposition de foncier pour la valorisation des matériaux issus des démolitions.
- Développement d'une « charte métropolitaine de l'économie circulaire », qui engagerait les acteurs publics et privés à s'impliquer en matière de réemploi, de recyclage des matériaux de construction, voire d'utilisation de matériaux biosourcés ou géo-sourcés, sur le modèle de la charte « économie circulaire » de l'Établissement Public Territorial Plaine Commune.

### 5.2.3. Recommandations issues de la cartographie du foncier

Mobiliser le foncier estimé dans le cadre de l'étude pour développer une approche plus circulaire dans la construction est une difficile équation, avec de nombreux freins à la fois du côté de l'offre (celles et ceux qui détiennent le foncier, et participent directement ou indirectement à sa mobilisation) et de la demande (les acteurs du BTP engagés dans une transition vers l'économie circulaire).

Du côté de la demande (qui a été plus particulièrement étudiée dans le cadre de l'étude), les besoins exprimés sont importants tant du fait de la production de « déchets » du BTP franciliens, que des objectifs diversifiés en faveur d'une meilleure valorisation de ces derniers. Cependant, force est de constater que ces besoins sont peu qualifiés : de quelles surfaces parlons-nous ? Sur la base de quels critères l'espace peut-il être mobilisé et pour quel usage ? Quelles sont les capacités réelles des installations déjà existantes et leurs marges d'évolution ? etc. Si la production de matières générées par l'aménagement est relativement bien connue, les stocks existants, c'est-à-dire les gisements immobilisés dans les territoires urbains, le sont moins. Cela contribue à limiter la capacité à exprimer un besoin foncier quantifié et localisé dans le temps et dans l'espace.

Surtout, les besoins sont peu hiérarchisés entre les usages (modes de valorisations, filières...). Des modes de gestion innovants et récents cohabitent avec d'autres plus anciens et bien implantés, qui

ont un modèle économique plus solide. Le flou relatif autour de ce que les acteurs entendent par « économie circulaire » renforce cette situation (réemploi/réutilisation/valorisation matière/volume...), tandis que la réglementation évolue (mise en œuvre de la RE 2020, entrée en vigueur de la REP dédiée au BTP et autres dispositions de la loi AGEC de 2020...) et que ses incidences sur les circuits d'échanges « déjà-là » sont-elles aussi incertaines (cf. partie 2.3 du rapport sur les acteurs de l'économie circulaire).

A côté du flou réglementaire et de l'absence de hiérarchie entre les besoins exprimés de façon générale, s'ajoute une incertitude relative à la capacité des collectivités à accompagner les opérateurs et acteurs dans leur développement. En Île-de-France, où le marché foncier est particulièrement tendu, les territoires s'engagent de plus en plus en faveur de l'économie circulaire (stratégies, programmes, Appels à projets...), mais le portage de foncier, sa sauvegarde pérenne dans le temps, sont difficiles. Peu nombreux sont les documents d'urbanisme locaux qui protègent les infrastructures, notamment celles de l'économie circulaire, et ceux qui en prévoient concrètement le déploiement sont encore plus rares. Si les collectivités disposent d'outils au-delà des PLU et des SCoT (ex : droit de préemption), ils ne sont que peu mobilisés aujourd'hui alors que les acteurs placent des attentes élevées dans ces outils.

Par ailleurs, les activités de l'économie circulaire en général produisent, à des degrés variés, des nuisances environnementales. A minima, le recours au transport routier est un élément essentiel de leur pérennité, tandis que le recyclage et sa préparation peuvent émettre des poussières, bruits, pollutions, etc. A n'en pas douter, cela contribue (implicitement ou explicitement) à freiner la mobilisation de foncier pour son déploiement.

Du côté de l'offre donc, le caractère « productif » de l'économie circulaire, ses mouvements et ses étapes, alimentent une certaine crainte des élus, des riverains ou des propriétaires fonciers. Ces derniers sont très nombreux et diversifiés, et il est parfois difficile de les identifier de façon fiable. A la méfiance vis-à-vis de l'économie circulaire, s'ajoute une incertitude sur la création de valeur possible en cas d'implantation sur un foncier donné. Dans la grande majorité des cas, circulariser les flux suppose de gérer des matières pondéreuses, minérales, ou métalliques, via des processus qui génèrent peu de valeur ajoutée comparativement à d'autres usages du foncier comme le bureau, les « technologies vertes », etc. De plus, les opportunités foncières en territoire dense peuvent être confrontées à des impératifs de dépollution des sols avant d'être réaménagées ce qui vient alourdir les coûts potentiels de la mobilisation. Ces coûts ne seraient pas supportables par des entreprises de l'économie sociale et solidaire qui œuvrent pour le réemploi des matériaux sans soutien public par exemple. A noter que les exigences réglementaires de dépollution et remise en état des sites pollués dépendent aussi de l'usage futur qui leur sera accordé : ils sont plus élevés pour du logement, que pour de l'activité productive ou industrielle au sens large.

Globalement, l'offre foncière est particulièrement volatile sur le périmètre de la Métropole du Grand Paris, et elle est possédée par une diversité d'acteurs. Du particulier aux collectivités en passant par les entreprises, aménageurs ou les institutions, les détenteurs du foncier ont des logiques différentes et divergentes. Ils n'ont pas tous intérêt à rendre visible leur offre, ou à la dédier à l'économie circulaire dans une région où la problématique du logement et l'impératif de « relance économique » suite à la Covid-19 devraient encore constituer les priorités politiques dans les années à venir.

Au final, ces freins présentés ici ne sont ni exhaustifs, ni une fin en soi. Il convient d'une part, de poursuivre leur caractérisation plus précise, qui varie largement d'une activité à une autre, et d'un territoire à un autre. D'autre part, il apparaît important de mobiliser un certain nombre de leviers pour réduire voire lever ces freins. Parmi ces leviers, citons :

- Le développement d'études de métabolisme urbain à l'échelle locale (quartiers, projets...) pour caractériser les gisements à venir notamment lors de démolitions ;

- L'intégration de réserves foncières dédiées à des activités de tri, réemploi ou recyclage (selon les besoins locaux) de façon systématique dans les PLUi de la Métropole du Grand Paris ;
- La mobilisation d'opérateurs fonciers particuliers, susceptibles de jouer un rôle d'intermédiaire (ex : EPFIF, Plateau Urbain...) en amont des projets d'implantation de plateformes notamment temporaires ;
- La création de dispositifs visant à soutenir ou à équilibrer les activités de réemploi ou de réutilisation dont les modèles économiques sont à ce jour moins matures que d'autres activités ;
- La mise en place dans une logique expérimentale, à partir d'un nouvel espace foncier, ou d'une installation existante, d'une démarche multifonctionnelle afin d'accueillir sur un site donné plusieurs activités (concassage, réemploi...), et différents flux de la construction ;
- Le développement de conceptions architecturales et paysagères qualitatives et innovantes pour renforcer l'acceptabilité des installations de l'économie circulaire (exemple : [Déchetterie « Court Circuit »](#) de Saint-Martin-d'Hères).

# FONCIER & ÉCO CIRCULAIRE

une demande importante  
mais qui ne pèse pas lourd dans la balance

▲ MÉCONNAISSANCE des spécificités du FONCIER nécessaire au TRI, RÉEMPLOI, RECYCLAGE.

▲ TYPOLOGIES de PROPRIÉTAIRES VARIÉES et aux enjeux divers.

▲ MÉFIANCE et INCERTITUDE à l'égard des activités de Tri, Réemploi, Recyclage.

▲ COÛTS de DÉPOLLUTION qui alourdissent les projets.

▲ RECHERCHE de rentabilité max / ha.

● DEMANDE peu qualifiée en superficie, critères techniques, capacité installée et projetée à moyen et long terme.

● RÉGLEMENTATION encore FOISONNANTE et pas encore stabilisée.

● PRODUCTION importante de "DÉCHETS" VOLONTINEUX.

● GISEMENTS (Stocks) très disparates.

● CONNAISSANCE partielle des gisements : volume et type.

● MARCHÉ INCERTAIN en matière de réglementation, d'appui politique, de durée de mise à disposition du foncier.

OFFRE

DEMANDE

### 5.3. Préconisations concernant les flux alimentaires

Les travaux menés dans le cadre du programme PIREN-Seine et OCAP1 ont permis d'élaborer un scénario de transformation de l'ensemble de la chaîne de circulation des matières au sein du bassin de la Seine. Ce scénario vise un meilleur équilibre des cycles de l'azote et du phosphore avec :

- Développement de systèmes agricoles à bas intrants, tels que les systèmes d'agriculture biologique ;
- Évolution du régime alimentaire moyen, avec un régime dit demitararien ou flexitararien où la part des protéines animales est de 40 % (contre 60 % aujourd'hui) ;
- Développement de systèmes de séparation à la source de l'urine.

L'agriculture du bassin de la Seine pourrait permettre de subvenir aux besoins alimentaires de l'agglomération parisienne et de l'ensemble du bassin, ainsi que d'exporter une partie de la production céréalière et de produire une eau de bonne qualité (Barles *et al.*, 2010). La figure 5.1 montre les flux d'azote de l'agglomération parisienne en 2053 selon Esculier (2018).

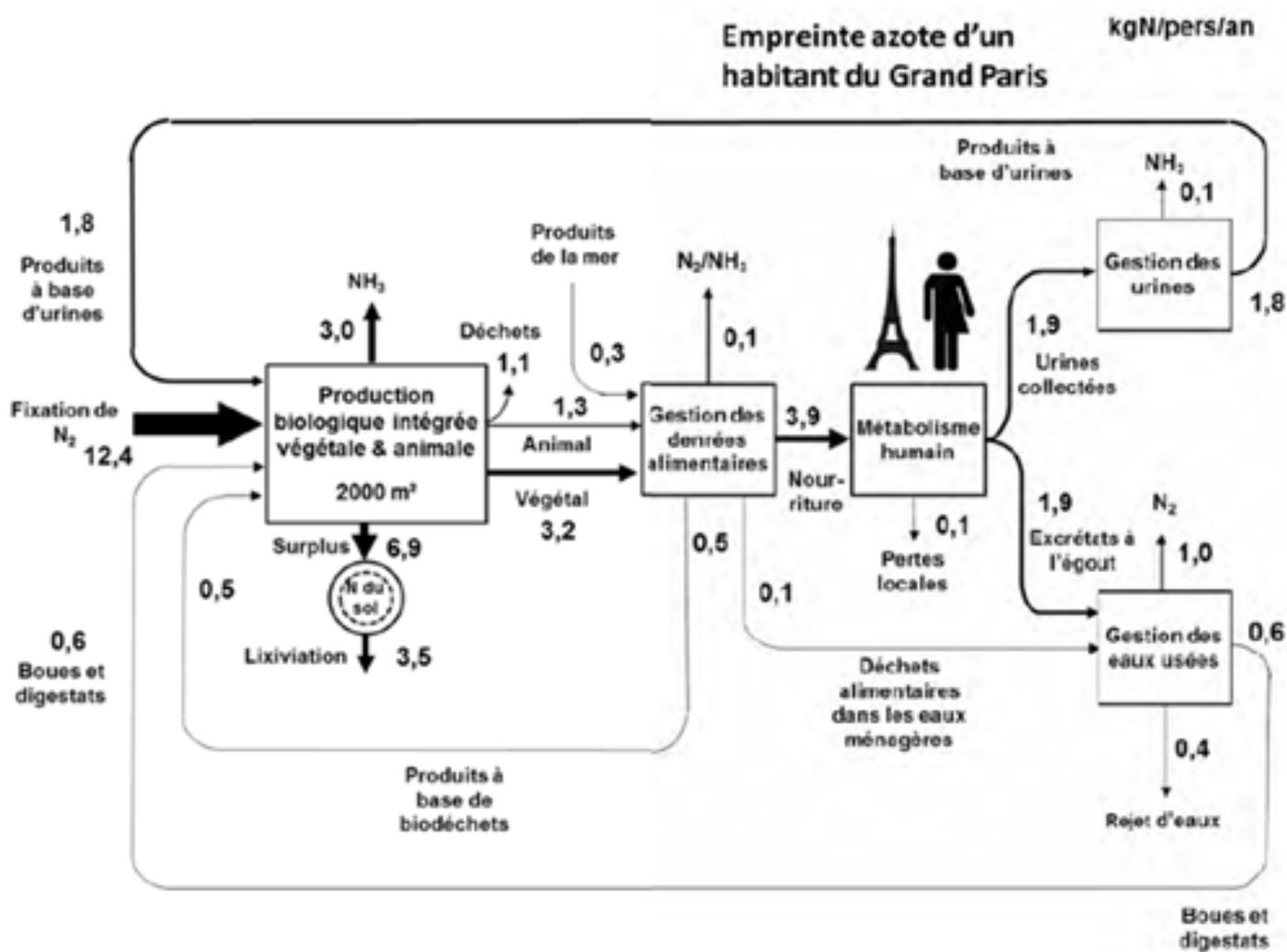


Figure 5.1. Empreinte azote d'un habitant de l'agglomération parisienne en 2053 (kg d'azote par habitant par an). Source : Esculier (2018)

Des pistes d'action pourraient de plus viser la réduction des pertes alimentaires à chaque étape de circulation des matières, ainsi que le propose l'étude d'INCOME consulting et AK2C (2016).

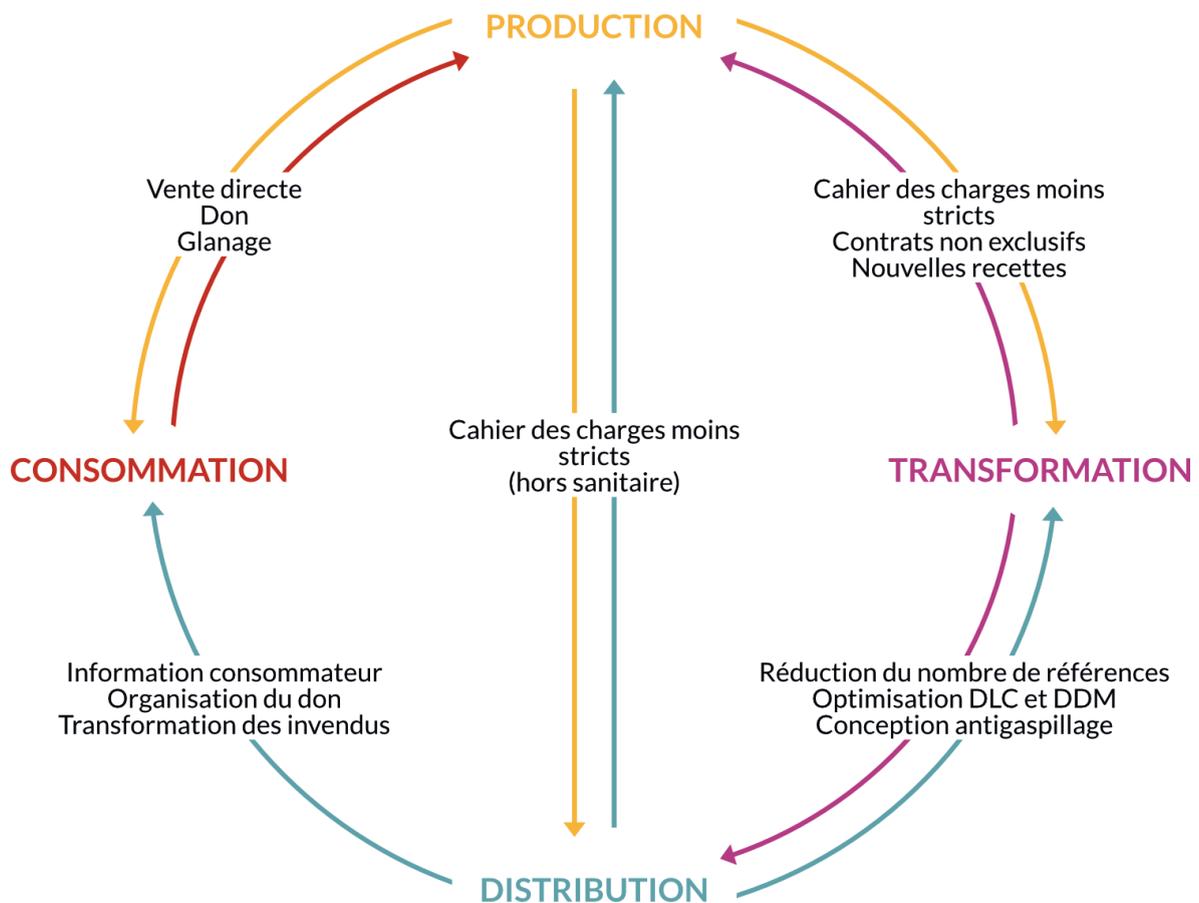


Figure 5.2. Principaux leviers de réduction des pertes alimentaires selon l'étude INCOME consulting et AK2C (2016). Source : INCOME consulting et AK2C (2016)

#### 5.4. Préconisations concernant les véhicules et équipements électriques et électroniques

- Incitation au partage, maintenance, adaptation et réparation des produits afin d'en prolonger la durée de vie (l'allongement de la durée de vie des produits permet de réduire les flux de consommation et de déchets) ;
- Contribution au financement de l'amélioration des filières locales de réemploi, réutilisation, et valorisation ;
- Incitation au choix de produits éco-conçus (label, étiquetage, campagne d'information et sensibilisation) : les taux d'équipements des ménages étant stables voire en léger recul, agir sur le contenu matériel de chaque bien permettrait de réduire les flux, en particulier pour les matières critiques ou à fort impact environnemental ; la Métropole et les territoires peuvent communiquer afin d'aider les ménages et les entreprises dans leur choix et achat de produits éco-conçus et les inciter à la réparation de leurs biens. ;
- Démarches internes d'achats responsables et de valorisation optimisée des déchets.

## 5.5. Préconisations concernant les déchets d'activité économique hors BTP

Tableau 4.2. Pistes d'action pour les déchets d'activité des commerces et services. Source : cette étude (ORDIF)

Activité	Pistes d'action	Localisation majoritaire des flux
Administrations	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévention par les achats publics</li> <li>Encouragement de l'obligation "5 flux" de tri à la source et de collecte séparée des déchets de papier, de métal, de plastique, de verre, de bois</li> </ul>	T4, T8, T11 et T12
Information & communication	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévention et tri des déchets</li> </ul>	T3 et T4 (informatique en T4, médias en T3)
Commerce	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévention des déchets alimentaires (invendus) notamment par le MIN de Rungis, avec des établissements satellites commerciaux</li> <li>Valorisation de déchets (dont polystyrène expansé et carton)</li> </ul>	T4 (20 % des effectifs de la métropole hors Paris), T12 (respectivement 19 % dont MIN de Rungis)
Activités spécialisées, scientifiques et techniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aménagement de centres de tri aux pieds des tours tertiaires</li> <li>Collecte « au client » vers des centres de tri réalisant une pesée de chaque apport avec une traçabilité complète, pour un « tableau de bord » chiffré et engageant une démarche de suivi et de progrès</li> </ul>	T4
Santé humaine et action sociale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tri des déchets : bien que la gestion particulière des déchets d'activités de soin à risque infectieux (DASRI) exige de les jeter dans des contenants spécifiques, vers des filières dédiées (incinération avec des dispositions particulières)</li> </ul>	T4 et T12

## 5.6. Préconisations concernant les flux de combustibles fossiles ainsi que d'eau

- Énergie : réduction des consommations et développement des énergies renouvelables et de récupération locales, objectifs qui font l'objet de la politique territoriale transversale et ambitieuse structurée par le Plan Climat Air Énergie adopté par le Conseil Métropolitain le 12 novembre 2018 ; ce plan vise notamment l'accélération de la transition énergétique vers un mix énergétique composé à 60 % d'énergies renouvelables et de récupération en 2050, dont 30 % produites localement ;
- Eau : réduction des consommations au travers de la poursuite d'actions telles que l'amélioration des réseaux (fuites) et la sensibilisation des usagers afin de répondre ;
- Eau : réutilisation des eaux usées et meilleure utilisation des eaux d'exhaure (eaux d'infiltrations en provenance notamment de nappes phréatiques et recueillies dans les installations souterraines ; ces eaux font l'objet de projets innovants tels que leur utilisation par la RATP pour laver les métros de la ligne 8).

## 5.7. Perspectives pour l'étude du métabolisme de la métropole

Cette étude a permis d'identifier des **manques en termes de données** pour mieux connaître et suivre les flux de la métropole, en particulier pour :

- **Démolition et réhabilitation de bâtiments** qui pourraient faire l'objet d'un recensement harmonisé par les collectivités à partir des permis de construire, démolir et aménager ;
- **Déchets d'activité économique ;**
- **Déchets alimentaires** (génération et valorisation des déchets organiques, notamment par compostage, en différenciant mieux ces déchets de l'ensemble des déchets organiques ou verts) ;
- **Consommations d'énergie** dont le transport (combustibles fossiles en particulier).

L'étude ouvre des perspectives pour mieux connaître les stocks, flux, acteurs et fonciers disponibles actuels et ainsi mieux anticiper l'effet potentiel de changements sociétaux et politiques sur les flux futurs. Des études complémentaires à l'échelle des EPT peuvent permettre de produire des données plus fines pour la mise en œuvre de stratégies d'économie circulaire. Par exemple, des études pilotées par Plaine Commune, Est Ensemble ou encore l'EPA ORSA et Grand Paris Aménagement ont permis de cartographier d'une part les flux par projet, matériau et année sur une sélection d'opérations d'aménagement, et d'autre part les acteurs liés à la valorisation des déchets (réemploi, réutilisation, recyclage) et le foncier potentiel disponible pour accueillir ces activités sur le territoire.

# 6. Remerciements



**Coordination :** Adrian Deboutière, Métropole du Grand Paris

**Rédaction :** Vincent Augiseau, CitéSource ; Léo Mariasine, Martial Vialleix et Florian Lacombe, Institut Paris Region ; Alice Sarran, Inddigo ; Benoit Duret, Mydiane ; Amélie Noury, Apur ; avec la participation de Cycle Up et Metabolism of Cities sous-traitants.;

**Conception graphique :** Typhaine Deleye, Elegraphie

**Participations aux ateliers :** ADEME, AMAT Matériauthèque, Apur, AREC IDF, ATELIER PARISIEN D'URBANISME, Aulnay-sous-Bois, BACKACIA, BL évolution, CCI IdF, CEMEX, CESCO, Club EF&DD, Cluster EMS, Compost Urbain, Conseil Départemental de la Seine-Saint-Denis, CSTB, Cultures et Compagnies, Cycle Up, DEPARTEMENT 93, DRIEETS IDF, Ekopolis, EPT Boucle Nord de Seine , EPT Est-Ensemble, EPT GPSEA, EPT Grand Orly Seine Bièvre, EPT Grand Paris Grand Est, EPT Paris Est Marne&Bois, EPT PARIS TERRES D'ENVOL, EPT Plaine commune, EPT POLD, EPT Vallée Sud - Grand Paris, FIBois, FRTP IDF, Geb Solutions, GRDF , Green Flex, Groupe La Poste, Institut National de l'Economie Circulaire, Institut Paris Region, Labo de l'ESS, Les Ripeurs, Mairie de Romainville, Matériau pôle, Metabolism of cities , Métropole du Grand Paris, Moulinot Compost et Biogaz, MTE/DRIEAT, NOVAEDIA, Orée , PikPik Environnement, PROsMETs, Pyxo, RATP, Région Ile de France, Revibat, Saint-Gobain solutions France, SEDDRé, Setec, Société du Grand Paris, Spherik & co / projet Carma, Sustainability Accelerator, SYCTOM, UNICEM, Union sociale pour l'habitat, Univ. Gustave Eiffel, UpCycle, Vépluche, Ville d'Arcueil, Ville de Bagnolet, Ville de Charenton-le-Pont, Ville de Chevilly-Larue , Ville de Gennevilliers, Ville de l'Île Saint Denis, Ville de Nanterre, Ville de Paris, Ville de Paris - DPE, Ville de Paris / DAE, VINCI - Ressourcerie du BTP, Yakaïno

**Communication de données :** Christine Mallens de l'UNICEM IdF (production de granulats recyclés), Magali Castex de Grand Paris Aménagement (projet Cycle Terre), Philippe Louchart de l'Institut Paris Region (projection de population), Amandine Lemaire de l'ORDIF (déchets), Lucie Boivin de Haropa (transport fluvial), Patrice Dimont de la Douane et Pierre Greffet du CGDD-SDES (transport national et international hors fluvial)

**Partage d'éléments d'analyse :** Florent Doublet et Eva Frangiamone de la Métropole, Emmanuel Ver Linden du Groupe Ginger (consommation énergétique)

**Contribution à la modélisation des flux :** Victoria Ndzandou, stagiaire en 2021 à CitéSource

## 7. Références bibliographiques



- **ADEME, 2011.** *Analyse technico-économique de 39 plateformes françaises de tri/valorisation des déchets du BTP.*
- **ADEME, 2014.** Economie circulaire : notions. Fiche technique.
- **ADEME, 2016.** Déchets. Chiffres clés. Edition 2016. 94 p.
- **ADEME, 2019.** Déchets. Chiffres clés. L'essentiel 2019. 28 p.
- **ADEME, 2020.** Déchets. Chiffres clés. Edition 2020. 78 p.
- **ADEME, 2021.** *Car Labelling. Chiffres-clés. Evolution des caractéristiques techniques. Evolution de la masse moyenne.*
- **AGRESTE IDF, 2019.** Mémento de la statistique agricole. 35 p.
- AIRPARIF, 2018. Évaluation des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre totales par EPCI de la région Île-de-France en 2015. En ligne (consulté le 16/02/2022) : [www.data.gouv.fr/fr/](http://www.data.gouv.fr/fr/)
- **APUR, 2020.** Les chantiers du Nord-Est du Grand Paris, un exemple pour l'économie circulaire. Gisements, flux et fonciers pour les produits de démolition. 129 p.
- **APUR, 2021.** Evolution des besoins en matériaux pour les chantiers du Grand Paris. Première approche pour le béton. 93 p.
- **ASSOCIATION NEGAWATT, 2017.** Scénario négaWatt 2017-2050. Dossier de synthèse. 47 p.
- **AUGISEAU, V., 2017.** La dimension matérielle de l'urbanisation. Flux et stocks de matériaux de construction en Ile-de-France. Thèse de doctorat. Université Panthéon-Sorbonne-Paris I. 554 p.
- **AUGISEAU, V., 2018.** Méthode d'estimation des flux de déchets de chantiers du bâtiment et des travaux publics. Rapport pour le Conseil Régional Ile-de-France. 43 p.
- **AUGISEAU, V., 2019.** Utiliser les ressources secondaires de matériaux de construction: contraintes et pistes d'action pour des politiques territoriales. *Flux*, (2), 26-41.
- **AUGISEAU, V., 2020.** Flux de matériaux de construction et déchets de chantiers en Ile-de-France: quel rôle des processus d'urbanisation? *URBIA - Les Cahiers du développement urbain durable* Hors série 6 / juin 2020: 67-90.
- **AUGISEAU, V., 2021,** Economie circulaire et construction, in Delchet-Cochet, K. (dir.). 2021. *Economie circulaire, de la lutte contre le gaspillage à la création de valeur*, Paris, Editions ISTE.
- **AUGISEAU, V., KIM, E., 2021a.** Spatial characterization of construction material stocks: the case of the Paris region. *Resources, Conservation and Recycling*, 170, 105512.
- **AUGISEAU, V., KIM, E., 2021b.** Inflows and Outflows from Material Stocks of Buildings and Networks and their Space-Differentiated Drivers: The Case Study of the Paris Region. *Sustainability*, 13(3), 1376.
- **AUGISEAU, V., BARLES, S., 2018.** Bilan de flux de matières de la région Ile-de-France en 2015. Laboratoire Géographie-Cités. Rapport pour le Conseil Régional Ile-de-France. 37 p.
- **BACCINI, P., BRUNNER, P. H., 1991.** *Metabolism of the Anthroposphere.* Heidelberg, Springer-Verlag. 157 p.
- **BARLES, S., 2007.** Mesurer la performance écologique des villes et des territoires : le métabolisme de Paris et de l'Île-de-France. Rapport de recherche final pour le compte de la ville de Paris. 98 p.
- **BARLES, S., 2010.** « Ecologie territoriale » in : MERLIN, P., CHOAY, C. (éds.). *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement.* 3e éd. [1ère éd. 1988] Paris, PUF. 843 p.
- **BARLES, S. BILLEN, G., CHATZIMPIROS, P., KIM, E., GARNIER, J., SILVESTRE, M., 2010.** Ville et fonctionnement du bassin de la Seine : matériaux de construction, sol, énergie, alimentation. Contribution à une écologie territoriale. PIREN-Seine. Phase V – Rapport de synthèse 2007-2010. 41 p.
- **CITESOURCE, 2019.** Étude du métabolisme urbain parisien : notes méthodologiques sur les estimations des flux et stocks de matières et résultats. 126 p.

- **CGDD-SOES, 2009.** « Matières mobilisées par l'économie française. Comptes de flux pour une gestion durable des ressources », *Études & documents* n°6. 44 p.
- **CGDD-SOES, 2013.** « Le cycle des matières dans l'économie française », *Repères*. 56 p.
- **CGDD-SOES, 2014.** « Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements. Guide méthodologique », *Références*. 111 p.
- **CGDD-SDES, 2021.** Indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire. Edition 2021. 43 p.
- **CIRCLE ECONOMY, DGBC, METABOLIC, SGS SEARCH, REDEVCO FOUNDATION, 2018.** *A framework for circular buildings. Indicators for possible inclusion in BREEAM*. 26 p.
- **COMITE POUR LES METAUX STRATEGIQUES, 2018.** Note de position sur la criticité des métaux pour l'économie française. 6 p.
- **COMMISSION EUROPEENNE, 2020.** Communication de la commission au parlement européen, au conseil, au comité économique et social européen et au comité des régions. Résilience des matières premières critiques : la voie à suivre pour un renforcement de la sécurité et de la durabilité. 27 p.
- **CONSEIL REGIONAL D'Ile-De-France, 2019.** Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets d'Ile-de-France. Synthèse. 85 p.
- **DRIEE, IAU ILE-DE-FRANCE, SYNDICAT NATIONAL DES INDUSTRIES DU PLATRE, et al., 2007.** *Matériaux et minéraux industriels en Ile-de-France. Panorama régional*. 51 p.
- **EAU DE PARIS, 2019.** *Rapport annuel 2018*. 47 p.
- **ELLEN MAC ARTHUR FOUNDATION, 2016.** Vers une économie circulaire : arguments économiques pour une transition accélérée. 21 p.
- **ESCULIER, F, 2018.** Le système alimentation/excrétion des territoires urbains : régimes et transitions socio-écologiques. 2018. Thèse de doctorat. Université Paris Est. 484 p.
- **EUROSTAT, 2001.** Economy wide material flow accounts and balances with derived resource use indicators. A methodological guide. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 85 p.
- **EUROSTAT, 2018.** Economy-wide material flow accounts. Handbook. 2018 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 138 p.
- **FAO, 2004.** *L'eau, l'agriculture et l'alimentation. Une contribution au Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau*. En ligne (consulté le 20 janvier 2022) : [www.fao.org](http://www.fao.org)
- **FERRAND, D., 2021.** « Les mutations de l'investissement dans le bâtiment ». *Constructif*, 59, 62-67. En ligne (consulté le 1/02/2022) : [www.doi.org](http://www.doi.org)
- **GROUPE DE TRAVAIL INCA3, 2017.** Troisième étude individuelle nationale des consommations alimentaires (Etude INCA3). 535 p.
- **HAAS, W., KRAUSMANN, F., WIEDENHOFER, D., et al., 2015.** « How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European Union and the world in 2005 », *Journal of industrial ecology* vol. 19, no 5, p. 765-777.
- **IAU IDF, 2018.** Evaluation du SDRIF. Partie 1 – Quelle atteinte des objectifs ? Analyse des indicateurs régionaux de l'aménagement. 89 p.
- **IAU et APUR, 2018.** SCOT Métropolitain. Synthèse du diagnostic (version provisoire). 78 p.
- **INCOME CONSULTING et AK2C, 2016.** Pertes et gaspillages alimentaires : l'état des lieux et leur gestion par étapes de la chaîne alimentaire. Rapport d'étude pour l'ADEME. 164 p.
- **INSEE Ile-de-France, IAU IdF, APUR, DRIEA, DRIHL, 2018.** Évolutions conjointes du parc de logements et de la population en Île-de-France. Deux scénarios à l'horizon 2035. INSEE Analyse Ile-de-France n°90.
- **INSEE, 2021.** Reprise sous contraintes. Note de conjoncture - décembre 2021. Fiche - Énergie et matières premières. En ligne (consulté le 31/01/2022) : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/6010084?sommaire=6005764>

- **INSTITUT DE L'ECONOMIE CIRCULAIRE, 2017.** *L'économie circulaire*. En ligne (page consultée le 25/04/2018) : <https://institut-economie-circulaire.fr/economie-circulaire/>
- **INSTITUT PARIS REGION, 2021a.** *Bâtir l'aménagement circulaire*. Les carnets pratiques de l'Institut Paris Region n°12. 111 p.
- **INSTITUT PARIS REGION, 2021b.** Déchets plastiques en Ile-de-France : une production dispersée et un recyclage insuffisant. Note rapide de l'Institut Paris Region n°925. 6 p.
- **KIM, E., 2013.** Les transitions énergétiques urbaines du XIXe au XXIe siècle: de la biomasse aux combustibles fossiles et fissiles à Paris (France). Thèse de doctorat. Université Panthéon-Sorbonne-Paris I. 390 p.
- **METROPOLE DU GRAND PARIS, 2018.** Plan climat air énergie de la Métropole du Grand Paris. 586 p.
- **ORDIF, 2013.** Les DAE non dangereux produits en Île-de-France : Industrie, commerces, services. Série Etudes. 58 p.
- **ORDIF, 2016.** Les filières à responsabilité élargie du producteur en Ile-de-France. Données 2013-2014. 7ème édition. Synthèse & zoom sur la filière des DEEE, des TLC et des DEA.
- **Ministère de la transition écologique et solidaire, ministère de la Cohésion des territoires, ADEME, CSTB, Association OREE, 2017.** *Cadre de définition de l'économie circulaire dans le bâtiment*. 19 p.
- **ORDIF, 2017.** Données de caractérisations locales des ordures ménagères résiduelles (OMR) en Ile-de-France. 18 p.
- **PLACOPLATRE ST GOBAIN, 2019.** *Commission locale de concertation et de suivi*, 19 février 2019.
- **SEDDREe, 2014.** *Guide de conception et de fonctionnement des installations de traitement des déchets du BTP*.
- **SIAAP, 2018.** Rapport d'activité et de développement durable 2018. Les indicateurs. Les indicateurs techniques, financiers et de développement durable. 69 p.
- **SOCIETE DU GRAND PARIS, 2017.** Le catalogue des fiches déblais par ligne. 89 p.
- **STEFFEN, W., RICHARDSON, K., ROCKSTRÖM, J., et al., 2015.** « Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet ». *Science*, 2015, vol. 347, no 6223.
- **UNIFA, 2019.** Les livraisons d'engrais minéraux en France métropolitaine. Campagne 2018-2019.110 p.

# ANNEXES



# ANNEXE 1. Méthode du bilan de flux de matières

## 1. Présentation générale de la méthode

La quantification des flux de matières fait l'objet de travaux de recherche qui ont donné lieu au développement de méthodes généralement dénommées en anglais Material Flow Accounting (MFA), c'est-à-dire **comptabilité ou bilan de flux de matières**. Le guide édité par l'Office Statistique de l'Union Européenne (Eurostat) en 2001 fait figure de référence en termes de comptabilité à une échelle nationale. Ce guide, qui a fait l'objet de mises à jour régulières depuis, vise à accompagner chaque Etat membre de l'Union dans sa mise en œuvre d'une telle comptabilité. Cette méthode a ensuite été adaptée pour étudier des départements ou régions en France et a fait l'objet du guide Comptabilité des flux de matières dans les régions et les départements publié en 2014 par le ministère de l'Écologie (CGDD - SOeS) et rédigé par Pascale Repellin, Benoît Duret et Sabine Barles.

La méthode de comptabilité Eurostat – CGDD recourt à une **approche descendante et statique** (Augiseau et Barles, 2017). Cette approche mobilise des sources statistiques existantes et consiste en une mesure de différentes catégories de flux de matières entrant et sortant du système socio-économique étudié pour une année donnée. On distingue au sein du territoire étudié (ici la métropole) le système socio-économique, c'est-à-dire les activités de la population dont les entreprises, du milieu dit naturel présent au sein du territoire, tel que les champs, forêts ou carrières d'où sont extraites des ressources naturelles (extraction dite intérieure utilisée) ou encore l'atmosphère ou le sol où sont rejetés respectivement des émissions atmosphériques et déchets (émissions dites vers la nature). La figure 9.1. présente les différents éléments pris en compte dans la méthode Eurostat - CGDD.

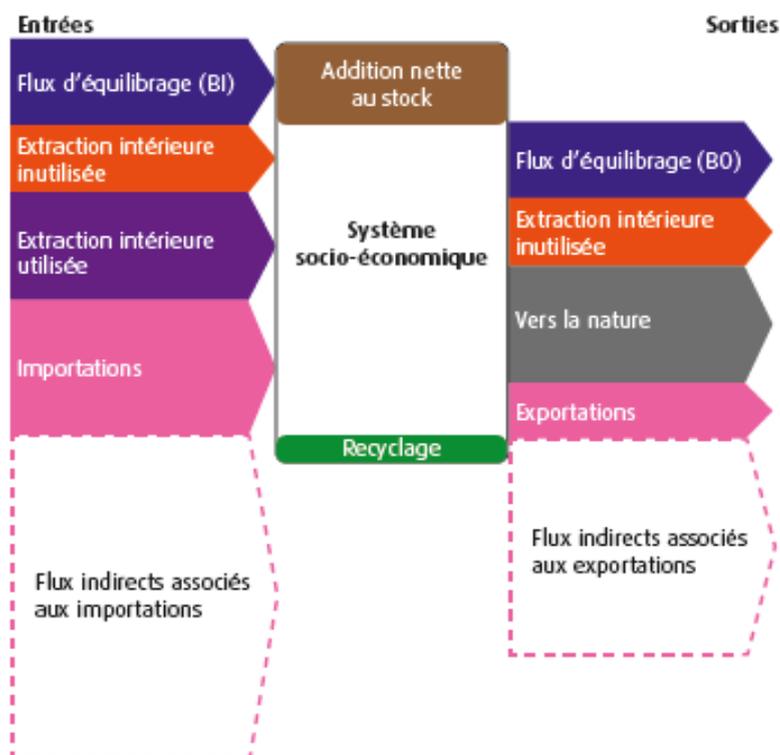


Figure 8.1. Schéma de principe de la comptabilité des flux de matières selon la méthode Eurostat – CGDD. Source : Alterre Bourgogne in CGDD - SOeS (2014)

**L'extraction intérieure utilisée** inclut généralement la biomasse agricole ou sylvicole récoltée ou issue de la chasse, ainsi que les ressources minérales énergétiques et non énergétiques extraites du sous-sol.

**L'extraction intérieure inutilisée** regroupe les « matériaux extraits ou déplacés [...] qui ne sont pas adaptés ou destinés à être utilisés » (Eurostat, 2001). Les matériaux excavés issus de chantiers (déblais) de même que l'extraction en carrières inutilisée (morts-terrains) sont inclus dans l'extraction intérieure inutilisée. La méthode Eurostat – CGDD compte séparément ces flux et considère qu'ils n'entrent ni ne sortent du système socio-économique. Aussi, les flux entrants sont égaux aux flux sortants. Cette approche est différente de la réglementation et des statistiques sur les déchets qui considèrent les matériaux excavés comme des déchets de chantiers.

**Les flux d'importations et d'exportations** comprennent les matières brutes, les produits semi-finis et les produits finis en provenance ou à destination du reste de la France ou d'autres pays.

**Les flux indirects associés aux importations et aux exportations** correspondent aux matières utilisées (dont les combustibles) pour produire et transporter les matières brutes et les produits respectivement importés et exportés par un territoire. Il s'agit de flux de matières n'entrant ni ne sortant pas physiquement du territoire mais engendrés en amont ou en aval des flux physiques observés. Ces flux sont estimés par l'intermédiaire de coefficients définis à l'échelle de la France par grande catégorie de matières et appliqués aux importations ou exportations.

**Les émissions vers la nature** comprennent les rejets de stations d'épuration et les polluants industriels émis vers le milieu aquatique (émissions dans l'eau) ; la mise en installation de stockage locale de déchets ménagers et assimilés (DMA) ou de déchets d'activités économiques (DAE) dont les déchets de chantiers (émissions dans le sol) ; des flux dissipatifs notamment liés à l'utilisation d'engrais ; les émissions atmosphériques.

**Le terme recyclage** désigne l'ensemble des valorisations en tant que matières. Les matières valorisées font l'objet d'une comptabilité séparée dans la mesure où il est considéré qu'elles ne constituent ni des entrées ni des sorties du système étudié. Aussi ces matières ne sont pas incluses dans les indicateurs de consommations habituellement définis lors d'un bilan de flux.

**Les éléments d'équilibrage** comprennent les flux de dioxygène (entrée), de dioxyde de carbone et vapeur d'eau (sortie) associés à la respiration humaine et animale, de dioxygène (entrée) et vapeur d'eau (sortie) liés à la consommation de combustibles fossiles.

**L'addition nette au stock** peut être calculée par soustraction de l'ensemble des flux sortants à l'ensemble des flux entrants, flux d'équilibrage compris et hors flux indirects. On considère en effet, selon le principe de conservation de la masse, que tout ce qui est entré durant une année dans le territoire en est ressorti ou s'est ajouté au stock que constituent les ouvrages bâtis, équipements et produits dont la durée d'utilisation est supérieure à un an.

## 2. Périmètre du bilan de flux de matières

Le bilan de flux porte sur l'année 2017. Il s'appuie notamment sur une moyenne des données sur les importations et exportations en 2016, 2017 et 2018<sup>26</sup>. Il porte sur l'ensemble de la Métropole du Grand Paris, sans distinction entre les territoires composant la métropole. Afin de pouvoir apporter quelques éléments synthétiques de comparaison, le périmètre défini pour le bilan de flux

---

<sup>26</sup> Certaines données portant sur 2018, année qu'il était prévu d'étudier initialement, sont utilisées. En effet, les données sur le transport routier de marchandises, obtenues tardivement lors de l'étude, portent sur 2016, 2017 et 2018. Il n'a donc pas été possible d'étudier l'année 2018 en faisant une moyenne sur 3 ans des données de 2017, 2018 et 2019. Nous avons fait le choix de conserver certaines données qui avaient déjà été traitées en faisant l'hypothèse que les variations sur ces flux sont faibles entre 2017 et 2018 et n'impactent pas significativement le bilan. Ces données sont indiquées dans le tableau 9.1.

en accord avec la Métropole est très proche de ceux des études réalisées sur la région Ile-de-France en 2015 (Augiseau et Barles, 2018) et Paris en 2015 (CitéSource, 2019).

Le bilan prend en compte l'ensemble des importations et exportations depuis/vers la France de matières premières, produits finis et semi-finis identifiables selon les données de l'enquête sur le transport routier de marchandises (TRM); des importations et exportations nationales et internationales de matières premières, produits finis et semi-finis identifiables selon les enregistrements sur le transport fluvial de marchandises de Haropa; des importations et exportations internationales de matières premières, produits finis et semi-finis identifiables selon les enregistrements des Douanes pour tout mode de transport hors fluvial.

Les importations et exportations de matières pouvant être identifiées comme des déchets selon ces trois sources de données ont été exclues du bilan, les flux de déchets étant renseignés par d'autres sources. Les importations et exportations nationales par voie ferrée, qui ne font plus l'objet de statistiques par département depuis 2001 et par région depuis 2006 ne sont pas pris en compte. En effet, ces flux représentent une faible part des flux totaux selon les dernières données disponibles (4 % des entrées hors combustibles et 1 % des sorties hors combustibles pour Paris en 2001) et leur estimation est source d'incertitude. Par ailleurs, les importations de charbon selon les données de Haropa sont prises en compte, à la différence de l'étude de Paris en 2015, en considérant que les données à l'échelle de la métropole sont plus fiables que celles sur Paris uniquement.

Par manque de données adaptées et en considérant leurs très faibles parts dans le bilan de flux, certaines émissions ne sont pas prises en compte : matières organiques rejetées par les stations d'épuration et par les industries non raccordées au réseau public (moins de 0,1 % de l'ensemble des émissions vers la nature en IdF en 2015) ; flux dissipatifs liés à l'usure des chaussées routières (moins de 0,001 % de l'ensemble des émissions vers la nature en IdF en 2015).

Les catégories et sous-catégories de flux présentées dans le tableau ci-après ont été établies en se référant à celles des bilans de flux de Paris et de l'Ile-de-France en 2015 afin de permettre des comparaisons. Cette nomenclature s'appuie sur les préconisations du guide du CGDD (2014) et est quasiment similaire à celle de Paris en 2015 (CitéSource, 2019). Certains intitulés ont été reformulés afin de les rendre plus explicites et les granulats ont été distingués des autres minéraux et produits minéraux non métalliques pour la construction.

*Tableau 8.1. Catégories et sous-catégories de flux définies pour cette étude. Source: cette étude (CitéSource)*

Catégorie principale	Catégorie intermédiaire	Catégorie détaillée
Biomasse agricole et sylvicole hors bois d'œuvre	Produits alimentaires	Produits alimentaires
	Autres matières premières végétales et animales	Fibres, fils et tissus naturels
		Papier et cartons
Combustibles fossiles	Autres matières premières végétales et animales	Autres matières premières végétales et animales
	Produits pétroliers	Produits pétroliers
	Gaz	Gaz
Matériaux de construction	Charbon	Charbon
	Granulats	Granulats

	Autres matériaux de construction	Autres minéraux et produits non métalliques pour la construction
	Autres matériaux de construction	Produits métalliques pour la construction
		Bois d'œuvre
		Bitumes et plastiques
Autres minéraux et produits à dominante minérale	Autres minéraux et produits à dominante métallique	Autres minéraux et produits à dominante minérale métallique
Autres produits manufacturés	Autres produits manufacturés - divers	Autres minéraux et produits à dominante minérale non métallique
Engrais et produits chimiques		Boissons et tabac
Divers		Produits de l'industrie textile et habillement
		Autres produits manufacturés
		Engrais et produits chimiques
		Divers

### 3. Sources de données

Tableau 9.2. Sources de données utilisées pour cette étude. Source : cette étude (CitéSource)

Élément du bilan de flux	Sources de données
<b>Entrées</b>	
Importations	<p><b>Toutes matières hors combustibles fossiles et déchets</b> : moyennes des données sur 2016, 2017 et 2018 issues de l'enquête transport routier national du CGDD (TRM)<sup>a</sup>, données sur le transport fluvial national et international des ports de la métropole de Haropa, données sur les importations et exportations hors fluvial des Douanes (hors fluvial pour éviter doubles comptes avec données Haropa)<sup>a</sup></p> <p><b>Produits pétroliers hors carburéacteur</b> : fichiers produits pétroliers des <i>données locales d'énergie</i> du CGDD<sup>b,c</sup></p> <p><b>Carburéacteur</b> : émissions de CO<sub>2</sub> du cycle LTO dans les aéroports de Paris-Charles-de-Gaulle et Paris-Orly selon DGAC (2019) convertis en masse selon coefficient issus de ADEME (2007) cité dans Georgeault (2015)<sup>b</sup></p> <p><b>Gaz naturel</b> : données des fichiers gaz des <i>données locales d'énergie</i> du CGDD sur la métropole converties en masse selon coefficients issus de Calcuette de conversion des unités énergétiques de l'ATEE (2015)<sup>b</sup></p> <p><b>Charbon</b> : selon moyennes des données sur 2016, 2017 et 2018 de Haropa (combustibles minéraux solides)<sup>a</sup></p>

Extraction intérieure utilisée	<p><b>Biomasse agricole et sylvicole</b> : données sur PPC issues de <i>Mémento de la statistique agricole</i> (Agreste IdF, 2019) avec conversion en masse pour les fourrages selon données du <i>recensement agricole</i> 2010 (RA 2010), fruits et légumes issus de production biologique selon <i>Chiffres clés de l'agriculture biologique en IdF</i> (GAB IdF, 2018) <sup>b d</sup></p> <p><b>Minéraux</b> : extraction de gypse dans la carrière de Bernouilles (93) selon Placoplatre St Gobain (2019)</p>
Extraction intérieure inutilisée	<p><b>Extraction inutilisée liée à extraction utilisée de biomasse agricole et sylvicole</b> : estimation selon extraction utilisée et coefficients idem Augiseau et Barles (2018)</p> <p><b>Extraction inutilisée en carrière</b> : estimation selon extraction utilisée et coefficient idem Augiseau (2017)</p> <p><b>Matériaux excavés issus du bâtiment et des travaux publics</b> : sources indiquées dans Génération et traitement des déchets solides</p>
Flux d'équilibrage en entrée	<p><b>Dioxygène pour la respiration humaine</b> : estimation selon population recensement INSEE et coefficients issus de CGDD (2014)</p> <p><b>Dioxygène pour la consommation de combustibles fossiles</b> : rapports entre émissions de CO<sub>2</sub> et entrée d'O<sub>2</sub> selon coefficients issus du <i>Guide des facteurs d'émissions</i> de l'ADEME (2007) cités dans Georgeault (2015)</p>
Flux indirects associés aux importations	Estimés selon importations par grandes catégorie et coefficients issus de données sur France : CGDD-SOES (2015) (idem Augiseau et Barles, 2018 et CitéSource, 2019)
<b>Sorties</b>	
Exportations	
Emissions vers la nature exportées	Sources citées dans la partie Génération et traitement des déchets solides
Exportations hors déchets	Toutes matières hors combustibles fossiles et déchets : idem importations
Emissions vers la nature locales	
Génération et traitement des déchets solides	<p><b>DMA</b> : données sur destination des DMA collectés par type de déchet selon base SINOE de l'ADEME (DMA hors filières REP et déchets de chantiers de particuliers pour éviter doubles comptes) <sup>e</sup></p> <p><b>Déchets de chantiers (du BTP)</b> : données sur IdF selon PRPGD (CR IdF, 2019) rapportées à la métropole selon surfaces de logements et locaux d'activité construites par commune (chantiers commencés en 2015, 2016 et 2017 en date réelle), production de granulats recyclés hors MIDND pour PPC selon données communiquées par le service statistique de l'UNICEM, réaménagement de la carrière des Bernouilles selon Placoplatre St Gobain (2019) <sup>e</sup></p> <p><b>Autres DAE</b> : déchets de l'industrie et du commerce selon ORDIF (2013) <sup>e</sup></p> <p><b>REP</b> : données de base Syderep de l'ADEME pour : pneumatiques usagés, VHU, piles et accumulateurs portables, DEEE ménagers, déchets d'éléments d'ameublement ménagers et professionnels <sup>b</sup>; données sur IdF selon ORDIF (2016) pour textiles - linge de maison et chaussures rapportées à la métropole selon population</p>

	<b>Déchets d'assainissement</b> : données sur quantités de boues déshydratées produites dans les stations d'épuration et modes de traitement issues du rapport d'activité du SIAAP rapportées à la métropole au prorata de la population de la métropole par rapport à celle desservie par le SIAAP <sup>b</sup>
Emissions dans l'air	<b>Émissions de CO<sub>2</sub></b> en 2015 au sein de la métropole selon AIRPARIF (dernière mise à jour le 19 août 2019)
Flux d'équilibrage en sortie	Vapeur d'eau et dioxyde de carbone issus de la respiration humaine et animale : idem dioxygène pour la respiration humaine et pour la respiration animale  <b>Vapeur d'eau issue de la consommation de combustibles fossiles</b> : idem dioxygène pour la consommation de combustibles fossiles
Rejets dans l'eau	/
Flux dissipatifs	<b>Flux dissipatifs liés à l'utilisation d'engrais</b> : enquête sur les livraisons d'engrais en France Métropolitaine (campagne 2018/2019) de l'UNIFA <sup>b</sup>  <b>Flux dissipatifs liés au compostage des déchets</b> (hors boues de stations d'épuration) : données sur le compostage d'après sources citées dans la partie Génération et traitement des déchets solides  <b>Flux dissipatifs liés à l'épandage et au compostage de boues de stations d'épuration</b> : données sur le compostage d'après sources citées dans la partie Génération et traitement des déchets solides
Flux indirects associés aux exportations	Sources citées dans la partie Flux indirects associés aux importations
<b>Recyclage</b>	
Recyclage local et autres valorisations matière	Sources citées dans la partie Génération et traitement des déchets solides

<sup>a</sup> Données sur les départements de Paris et Petite Couronne (PPC) extrapolées à l'ensemble de la métropole au prorata de la population de la métropole selon données recensement.

<sup>b</sup> Données portant sur 2018, année qu'il était prévu d'étudier initialement.

<sup>c</sup> Données sur les départements de Paris et Petite Couronne extrapolées à l'ensemble de la métropole au prorata de la population des communes concernées selon données recensement INSEE : estimation des flux des communes de l'EPT T5 dans le Val-d'Oise au prorata de la population des Hauts-de-Seine où certaines communes de cet EPT sont également situées, estimation des flux des communes de l'EPT T12 en Essonne au prorata de la population du Val-de-Marne où certaines communes de cet EPT sont également situées.

<sup>d</sup> Extractions de biomasse agricole et sylvicole dans les communes de l'EPT T5 dans le Val-d'Oise et T12 en Essonne non prises en compte (surfaces agricoles et de forêt dans ces communes représentant une très faible part des surfaces en PPC selon les données du mode d'occupation des sols en 2017 de l'Institut Paris Region).

<sup>e</sup> L'estimation selon cette approche simplifiée basée uniquement sur des statistiques existantes apporte un résultat cohérent avec l'estimation selon une approche ascendante, la différence relative entre les estimations étant d'environ 2 %. L'estimation est également cohérente avec celle selon l'approche plus complexe utilisée pour Paris en 2015 (voir CitéSource, 2019), la différence pour Paris étant d'environ 15 %.

#### 4. Indicateurs de consommation

Différents indicateurs de consommation de matières sont calculés à partir des catégories de flux comptabilisées.

**La consommation intérieure (ou apparente corrigée) de matières** représente les matières consommées par le système socio-économique et correspond à la consommation nette intérieure du territoire. Elle est égale à la somme de l'extraction intérieure utilisée et des importations directes dont sont déduites les exportations directes. Sont exclus du calcul les déchets importés et exportés, ces derniers étant considérés comme étant en dehors du système socio-économique étudié (consommation dite corrigée).

**La somme de la consommation intérieure de matières et de la valorisation matière locale** permet de mieux prendre en compte l'utilisation de matières issues d'une valorisation de déchets au sein du territoire (dont l'utilisation de granulats issus du recyclage dans les chantiers). Cet indicateur permet de mieux comparer les résultats du bilan de flux de matières avec ceux des estimations ascendantes où l'on ne distingue pas la provenance depuis ou non une valorisation de déchets locale des matières consommées.

**La consommation en équivalent matières premières** permet d'étendre la notion de consommation en incluant l'ensemble des flux indirects, matières liées à la consommation ou engendrées par les activités économiques du territoire. A la consommation intérieure sont ajoutés les flux indirects liés aux importations et soustraits les flux indirects liés aux exportations. Cet indicateur s'appuie sur des données nationales et a surtout pour rôle de pointer les impacts engendrés par la consommation du territoire étudié sur d'autres territoires.

#### 5. Incertitude associée aux données utilisées dans le bilan de flux

L'incertitude associée aux données utilisées résulte principalement de trois ensembles de sources : l'enquête sur le transport routier de marchandises (TRM), les données des Douanes sur les importations et exportations internationales (hors voie fluviale ici) et les différentes sources sur les déchets (génération et traitement).

Ainsi que dans CitéSource (2019), l'incertitude associée aux données est estimée selon la méthode proposée dans Courtonne *et al.* (2018) à partir du nombre d'observations indiquées pour chaque position (marchandise dans la nomenclature NST 2007) dans les données. Le taux d'incertitude correspond ici à un intervalle de confiance à 95 %. Pour les importations, au niveau des sous-catégories, l'incertitude varie entre 23 et 89 %. Pour les exportations ces valeurs sont comprises entre 27 et 82 %. L'analyse des résultats au niveau des sous-catégories implique par conséquent une grande prudence. Au niveau des catégories principales cependant, l'incertitude est satisfaisante, avec une variation entre 22 et 35 % pour les importations et 23 et 40 % pour les exportations, à l'exception de la catégorie Engrais et produits chimiques qui représente une faible part des flux (moins de 2,5 % de la consommation intérieure).

Outre l'incertitude résultant du nombre d'observations, le périmètre de l'enquête TRM est source d'incertitude. En effet, le seuil statistique de l'enquête est limité aux poids lourds de plus de 3,5 tonnes de PTAC immatriculés en France. L'enquête ne prend pas en compte les transports de marchandises réalisés par les véhicules de moins de 3,5 t de PTAC et les trafics réalisés en France par les véhicules immatriculés à l'étranger. A Paris, le parc de véhicules de marchandises est constitué majoritairement de fourgonnettes et camionnettes et la proportion de véhicules légers a augmenté dans le trafic total selon l'APUR (2014) : elle était de 9 % en 2001 et 12,5 % en 2011. Par ailleurs, le recours à des transporteurs non immatriculés en France se développe selon le CGDD.

Un autre facteur est source d'incertitude: le classement par catégorie de matières (dites positions) réalisé par le CGDD lors du traitement des résultats de l'enquête transport. En effet, la documentation disponible ne permet pas de distinguer certaines matières premières, de produits semi-finis, ou de produits finis et ou de déchets. Certains déchets peuvent être identifiés au vu de l'intitulé de la position, d'autres ont été identifiés suite à des échanges avec le CGDD. Cependant, la balance négative entre importations et exportations pour Paris et Petite Couronne que l'on peut observer pour certaines positions semblent indiquer l'enregistrement non explicite et clairement identifiable de déchets. Les difficultés liées à l'utilisation de données SitraM à une échelle infrarégionale ont fait l'objet d'une analyse détaillée dans CitéSource (2019).

L'incertitude associée aux données des Douanes ne peut pas être analysée selon le nombre d'observations. Cependant, l'observation de ces données montre différentes limites pour leur utilisation à une échelle infrarégionale. Outre celle engendrée par le classement par catégorie de matières observée également pour les données TPR, la principale limite est la possibilité de double-compte avec les données TRM (DRIEF, 2004). De plus, il est probable que certains enregistrements réalisés pour la ville de Paris ou des départements de Petite Couronne sont liés à la localisation du siège de l'entreprise réalisant des échanges internationaux, et non à la destination ou l'origine réelle des marchandises. Ceci engendrerait une surestimation des importations et exportations internationales depuis la métropole. Ce risque est néanmoins réduit ici par la non prise en compte des données Douanes sur le transport fluvial.

Enfin les données sur les déchets ne sont souvent pas disponibles à l'échelle de la métropole mais à celles de la commune, département ou région et sont souvent incomplètes ou imprécises concernant le traitement effectivement réalisé des déchets. Un traitement des données disponibles est nécessaire et engendre une incertitude. C'est notamment le cas sur la localisation du traitement (dans ou hors métropole).

## ANNEXE 2. Modélisation des stocks et flux de matériaux de construction et déchets de chantiers

### 1. Présentation générale de la méthode d'estimation des stocks

L'estimation des stocks de matériaux de construction au sein de la Métropole du Grand Paris s'appuie sur les travaux de recherche réalisés par Vincent Augiseau (2017). La méthode d'estimation du stock contenu dans les bâtiments consiste tout d'abord à définir des types de bâtiments considérés comme étant de compositions en matériaux homogènes, puis à définir le mode d'estimation des surfaces hors sol et en sous-sol.

Les dimensions et les caractéristiques des bâtiments renseignées dans deux sources de données, la BD Topo et les fichiers fonciers, sont utilisées. Les données de chacune de ces deux sources sont ensuite synthétisées, puis les informations de chaque source sont croisées afin de répartir les surfaces de bâtiments par groupe. Des densités surfaciques de matériaux spécifiques à chaque groupe sont ensuite appliquées à ces surfaces (voir Augiseau, 2017).

Les surfaces de bâtiments en sous-sol sont estimées à partir d'hypothèses sur la part des bâtiments de chaque groupe comprenant un ou plusieurs niveaux de sous-sol. Des coefficients spécifiques à chaque groupe de bâtiments sont définis. Ces coefficients sont appliqués aux surfaces au sol selon la BD Topo.

Le stock contenu dans les réseaux de transport est estimé selon la même approche : différents groupes de réseaux sont identifiés puis les surfaces ou linéaires de chaque groupe d'ouvrages sont convertis en masses de matériaux à l'aide de densités surfaciques ( $\text{kg/m}^2$ ) ou linéiques ( $\text{kg/m}$ ).

### 2. Périmètre de l'estimation des stocks

Le périmètre de l'étude des stocks de matériaux de la métropole, identique à celui défini dans Augiseau (2018) pour le PRPGD de l'Ile-de-France, inclut les principaux ouvrages bâtis générant des stocks (de même que des flux) : les bâtiments ainsi que les réseaux routier et ferré (97 % des stocks estimés pour l'Ile-de-France dans Augiseau, 2017).

Le stock de matériaux présents dans les bâtiments est estimé pour l'année 2013, à partir des données de la BD Topo 2014 et des fichiers fonciers 2014. Au regard de la faible variation du stock d'une année à l'autre (de l'ordre de 1 %), de l'incertitude associée à ce type d'estimation (de l'ordre de 20 %, voir ci-après) et des objectifs définis pour cette étude, il n'a pas été considéré nécessaire d'actualiser ces données<sup>27</sup>. Par ailleurs, de même que dans Augiseau (2017 ; 2018), certains bâtiments de forme et composition en matériaux fortement hétérogènes et ne représentant qu'une faible part dans l'ensemble des stocks bâtis en Ile-de-France (Augiseau, 2017) ne sont pas inclus dans l'estimation du stock. Il s'agit des bâtiments historiques, dédiés à l'art, au spectacle et activités récréatives, bâtiments agricoles, serres, silos, péages, ainsi que tribunes de terrain de sport.

De même que dans l'étude réalisée en 2018 pour le PRPGD (Augiseau, 2018), les stocks de matériaux présents dans les réseaux routier et ferré sont estimés pour l'année 2015. Pour ces ouvrages, la mise à jour des données est en effet facilitée par la possibilité de prendre en compte des données déjà traitées dans le cadre de précédentes. De même que pour les bâtiments, la faible variation du stock d'une année à l'autre, l'incertitude associée à ce type d'estimation et les

---

<sup>27</sup> Une telle actualisation a été réalisée par CitéSource pour la Ville de Paris en 2018-2019 pour une étude des stocks en 2015. Cependant elle avait nécessité une observation de visu de données sur le bâti, ce qui ne pouvait être réalisé dans le cadre du présent marché à une échelle aussi large que celle de la Métropole qui compte plus de 729 000 parcelles.

objectifs définis pour cette étude justifient le choix de ne pas actualiser ces données pour une année plus récente.

### 3. Présentation générale de la méthode d'estimation des flux

L'estimation des flux de matériaux de construction au sein de la Métropole du Grand Paris s'appuie sur la modélisation développée lors des travaux de recherche réalisés par Vincent Augiseau (2017 ; 2018) et utilisée pour le diagnostic et la prospective pour l'élaboration du PRPGD de l'Ile-de-France (méthode dite CNRS dans le PRPGD).

Les flux générés par la construction de bâtiments sont estimés selon une moyenne annuelle de la période allant de janvier 2017 à décembre 2019 (trois ans). L'estimation des surfaces construites s'appuie sur les données sur les chantiers commencés entre janvier 2015 et décembre 2017 (durée moyenne de chantiers de deux années) par commune et type de bâtiment selon la base Sit@del2 (données en date réelle). Aucune base de données ne couvrant l'ensemble de la démolition de bâtiments dans la métropole (voir Augiseau, 2017), les surfaces démolies sont estimées à partir de ratios entre les surfaces démolies et les surfaces construites durant une période récente, ratios qui sont multipliés par les surfaces construites estimées ici pour l'année 2018. Ces ratios ont été calculés dans le cadre de l'étude pour la PRPGD (Augiseau, 2018) par type de bâtiment et EPT par comparaison entre 2009 et 2016 des surfaces présentes sur chaque parcelle selon les fichiers fonciers. L'analyse du phénomène de renouvellement urbain en Ile-de-France depuis une douzaine d'années montre que les données produites pour 2009-2016 restent pertinentes pour modéliser la tendance en cours (Augiseau et Kim, 2021a).

Les surfaces hors sol exprimées en surface dite réelle dans les fichiers fonciers sont converties en surface hors œuvre brute par l'intermédiaire de coefficients spécifiques à chaque groupe de bâtiment. Les surfaces hors œuvre brutes en sous-sol sont estimées à partir de la surface réelle hors sol par l'intermédiaire de coefficients spécifiques à chaque groupe de bâtiment. Les surfaces hors œuvre brutes sont ensuite converties en masse par l'intermédiaire de densités surfaciques. Pour les bâtiments dont l'année de construction ou l'activité hébergée est inconnue, deux surfaces hors œuvre brutes et flux massiques associés sont calculés : un seuil bas et un seuil haut. Une moyenne a ensuite été calculée. Dans le PRPGD le choix avait été fait par la Région de présenter les résultats selon le seuil haut.

Les excédents de chantiers de construction de bâtiments (déchets de construction comprenant par exemple les chutes de découpe) sont estimés à partir des surfaces hors œuvre brutes hors sol et en sous-sol construites auxquelles sont appliqués des taux issus d'une étude de l'ADEME. Des taux annuels de réhabilitation sont définis à partir du diagnostic sur la réhabilitation énergétique des logements et locaux d'activité tertiaire avant 2012 et des objectifs à atteindre pour 2020 définis dans le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Energie d'Ile-de-France. Ces taux annuels de réhabilitation sont appliqués aux surfaces de bâtiments constituant le stock.

Le développement (ou extension) des réseaux routier et ferré est estimé en moyenne annuelle sur la période allant de janvier 2016 à décembre 2019 à partir de données géolocalisées de l'Institut Paris Region sur les objectifs du SDRIF. Ces estimations sont complétées pour le réseau routier local par le calcul d'un taux moyen annuel d'extension en 2018 par département selon les *Comptes du Transport* du CGDD appliqué aux surfaces de routes locales présentes en 2015. Le renouvellement des réseaux est estimé à partir de taux moyens annuels de renouvellement appliqués aux surfaces et linéaires.

Pour les matériaux excavés (terres – déblais), à défaut de données plus précises disponibles, on fait l'hypothèse que les masses totales à l'échelle régionale de matériaux excavés liés à la construction de bâtiments en Ile-de-France en 2018 et en 2015 sont égales (masse totale selon le PRPGD et répartition par grands types de chantiers selon les estimations de CR IdF, 2015). Cette masse est

répartie par intercommunalité selon les surfaces de bâtiments construites en sous-sol estimées. La même approche est adoptée pour les flux générés par les travaux routiers. Pour les flux générés par le développement du réseau ferré, des données communiquées par la SGP en juin 2017 sont utilisées pour les lignes du GPE 15 à 18. Pour les autres lignes, les flux sont estimés à partir des volumes des tunnels creusés estimés.

#### 4. Périmètre de l'estimation ascendante des flux

Les catégories de chantiers et flux suivants pris en compte sont présentés dans le tableau ci-après.

*Tableau 11.1. Catégories de chantiers et flux pris en compte dans cette étude. Source : cette étude (CitéSource)*

Bâtiments ou réseaux	Catégorie de chantier	Consommation prise en compte	Génération de déchets prise en compte
Bâtiments	construction de bâtiments	matériaux mis en œuvre dans les bâtiments – entrées dans le stock	
		excédents de chantiers : matériaux consommés lors de la construction de bâtiments mais n'ayant pas été mis en œuvre dans les ouvrages (chutes de découpe, bois de coffrage, etc.)	excédents de chantiers : déchets générés lors de la construction de bâtiments (chutes de découpe, bois de coffrage, etc.)
			matériaux excavés (déblais) générés lors de la construction de bâtiments y compris après démolition (tous déblais générés par les bâtiments selon estimations PRPGD – sorties uniquement)
	réhabilitation de bâtiments	matériaux mis en œuvre lors de la réhabilitation de bâtiments *	matériaux retirés lors de la réhabilitation de bâtiments
	démolition de bâtiments		matériaux retirés lors de la démolition de bâtiments – sorties du stock
Réseau routier	extension (ou développement) du réseaux routier	matériaux mis en œuvre dans les chaussées – entrées dans le stock *	
			matériaux excavés (déblais) générés lors du développement du réseau routier (tous déblais générés par les travaux routiers selon estimations PRPGD – sorties uniquement)
	réfection (ou renouvellement) du réseau routier	matériaux de la couche de roulement mis en œuvre lors de la réfection du réseau routier *	matériaux de la couche de roulement retirés lors de la réfection du réseau routier

Réseau ferré	extension (ou développement) du réseaux ferré	matériaux mis en œuvre dans les voies ferrées et tunnels – entrées dans le stock *	
			matériaux excavés (déblais) générés lors du creusement de tunnels ferrés (selon volumes des tunnels creusés estimés pour lignes hors GPE et selon données SGP réparties par EPT et période pour lignes 15 à 18 – sorties uniquement)
	réfection (ou renouvellement) du réseau ferré	et matériaux des voies ferrées mis en œuvre lors de la réfection du réseau ferré *	matériaux des voies ferrées retirés lors de la réfection du réseau ferré

\* excédents de chantiers non pris en compte

## 5. Projection des flux à partir des scénarios IAU-DRIEA

La projection est réalisée selon la même méthode et en grande partie les mêmes données que la projection réalisée par V. Augiseau (2018) pour le PRPGD de la région IdF (résultats présentés selon source dite « CNRS »). Seules les données sur la construction de bâtiments selon Sit@del2 ont été actualisées.

La projection s'appuie sur des scénarios élaborés par l'IAU IdF et la DRIEA sur le nombre de logements à construire par intercommunalité (EPCI-EPT). Les objectifs définis dans les scénarios jusqu'en 2025 ont été appliqués à la première période de projection (2020-2025) et les objectifs définis pour 2035 ont été appliqués à la seconde période (2026-2031).

Ces scénarios n'incluent pas les résidences qui représentent depuis une dizaine d'années environ 15 % des logements construits en Ile-de-France en nombre, et moins de 10 % en surface plancher. Aussi, l'utilisation des données de ces scénarios engendre une légère sous-estimation des surfaces de logements construites. Le tableau 10.2 présente les hypothèses adoptées en termes de nombre de logements construits annuellement dans la métropole.

**Tableau 11.2.** Nombre de logements construits annuellement dans la métropole par période et scénario.  
Source : IAU IdF et DRIEA

Diagnostic ou scénario	Période	Nombre moyen annuel de logements hors résidences construits
Diagnostic	1er janvier 2017 au 31 décembre 2019 (moyenne annuelle)	28 463
Projection scénario 1 IAU-DRIEA dit « tendanciel »	1er janvier 2020 au 31 décembre 2025 (moyenne annuelle)	29 180
	1er janvier 2026 au 31 décembre 2031 (moyenne annuelle)	24 560
	1er janvier 2020 au 31 décembre 2031 (moyenne annuelle)	26 870

Projection scénario 2 IAU-DRIEA dit « volontariste » selon objectifs Grand Paris	1er janvier 2020 au 31 décembre 2025 (moyenne annuelle)	36 620
	1er janvier 2026 au 31 décembre 2031 (moyenne annuelle)	32 210
	1er janvier 2020 au 31 décembre 2031 (moyenne annuelle)	34 415

Les flux liés au développement des réseaux routiers et ferrés sont estimés selon les objectifs du SDRIF sauf pour les voies routières desservant l'intérieur des communes dont le développement est considéré comme tendanciel.

Des hypothèses différentes sont adoptées entre cette étude et celle de l'APUR publiée en 2021, tant en termes d'estimation des surfaces à construire que de densités en matériaux des bâtiments (kg/m<sup>2</sup> hors sol et en sous-sol). La consommation future estimée par l'APUR est ainsi inférieure de 7 millions de m<sup>3</sup> avec celle de cette étude selon le scénario 1 et de 13 millions de m<sup>3</sup> selon le scénario 2. Par ailleurs, la comparaison de l'estimation de la consommation de béton prêt à l'emploi pour l'ensemble de la région selon le modèle utilisé ici et selon les statistiques régionales annuelles du syndicat des producteurs de béton prêt à l'emploi SNBPE montre une faible différence : + 11 %.

## ANNEXE 3. Modélisation des stocks et flux de plastiques et métaux issus de biens d'équipement et de véhicules

### 1. Présentation générale de la méthode d'estimation des stocks et flux

Les stocks et flux de matières associés à des biens d'équipements électriques et électroniques et véhicules sont estimés selon une approche similaire aux stocks et flux de matériaux de construction. Il s'agit en effet d'estimer le nombre d'équipements ou véhicules présents au sein de chaque commune ou EPT de la métropole, puis de multiplier ce nombre par une composition massique moyenne (kg/unité d'équipement ou véhicule).

De même que pour les matériaux, cette approche méthodologique est fondée sur l'hypothèse d'une homogénéité de la composition matérielle de types d'équipements et véhicules. Cette hypothèse, bien que simplificatrice, permet d'obtenir des résultats cohérents à l'échelle d'intercommunalités et est couramment utilisée dans la littérature scientifique et technique, notamment dans des études réalisées par les structures gérant les filières à Responsabilité élargie des producteurs (REP) des déchets issus d'équipements électriques et électroniques (DEEE) et de véhicules (VHU).

Le nombre d'équipements et véhicules peut être estimé à partir de données en valeur absolue ou de taux moyens d'équipement de catégories de population appliqués à la taille de la population par catégorie dans la commune ou l'EPT. Notons que ces données ne permettent pas de différencier stocks d'équipements et véhicules utilisés et stocks non utilisés (dits « en hibernation » dans la littérature scientifique).

Les flux entrant dans les stocks, équipements neufs ou usagés acquis par les habitants et entreprises de la métropole durant l'année étudiée, de même que les flux sortant des stocks, équipements et véhicules dont se sont défaits les habitants et entreprises, sont estimés à partir de données sur les stocks. Pour les flux sortant des stocks, il s'agit par exemple de considérer une durée d'utilisation moyenne d'un équipement, afin de calculer un taux moyen annuel de sortie du stock, taux qui est appliqué au stock. Les séries temporelles de données disponibles sur l'équipement des ménages ou le parc de véhicules montrent une stabilité de ces valeurs depuis quelques années, ce qui implique que les flux entrant dans les stocks ne font que compenser les flux sortants. Il est ainsi possible d'estimer les flux entrants à partir de l'estimation des flux sortants, et réciproquement, selon que les données disponibles permettent d'estimer en premier lieu soit les entrées soit les sorties.

Notons que les flux entrant dans les stocks d'équipements et véhicules d'un EPT de la métropole incluent des biens d'occasion issus du réemploi ou de la réutilisation importés depuis un autre EPT ou un autre territoire que la métropole (par exemple une voiture achetée à un particulier habitant dans un autre EPT ou hors de la métropole). De même, certains flux sortant des stocks d'un EPT ne deviennent pas des déchets car ils peuvent donner lieu à une nouvelle utilisation (réemploi ou réutilisation) au sein d'un autre EPT de la métropole ou d'un autre territoire.

### 2. Périmètre de l'estimation ascendante des stocks et flux

Le tableau ci-après présente les catégories d'équipements et véhicules prises en compte, ainsi que pour chacune de ces catégories l'année étudiée et l'échelle spatiale. L'ensemble des matières constituant les stocks et flux est pris en compte, et notamment les plastiques et métaux ferreux et non ferreux (dont des matières critiques ou stratégiques).

*Tableau 13.1. Périmètres pour l'estimation des stocks et flux de matières issues des équipements et véhicules. Source : cette étude (CitéSource)*

Catégorie d'équipements et véhicules	Echelle spatiale	Année étudiée
Équipements électriques et électroniques des ménages : ordinateur, tablette, téléphone mobile, téléphone fixe, téléviseur, lecteur DVD, réfrigérateur, four, four à micro-ondes, lave-linge, lave-vaisselle	EPT, ensemble de la métropole	2017
Ordinateurs professionnels des entreprises, établissements publics et scolaires	EPT, ensemble de la métropole	2017
Véhicules particuliers propriété des ménages et voitures de fonction	EPT, ensemble de la métropole	2017
Véhicules de transport en commun circulant sur le réseau RATP au sein de la métropole : bus urbains RATP, rames de tramway, métro et RER	EPT, ensemble de la métropole	2017

## ANNEXE 4. Modélisation des flux de biomasse alimentaire, déchets organiques et leurs contenus en azote et phosphore

### 1. Présentation générale de la méthode d'estimation des flux

Des flux générés par la consommation humaine de biomasse alimentaire des habitants de la métropole sont estimés pour l'année 2017. Ces estimations sont réalisées selon une approche ascendante semblable à celle adoptée dans plusieurs études menées dans le cadre du programme de recherche PIREN Seine, du projet CONFLUENT et du projet OCAP1 par S. Barles, G. Billen, P. Chatzimpiros, F. Esculier et J. Garnier (dont : Barles *et al.*, 2010 ; Esculier, 2018).

Sont utilisées tout d'abord ici des données sur la consommation moyenne d'une personne française par classe d'âge issues de l'étude INCA3 publiée en 2017. Ces consommations moyennes sont appliquées à la population par classe d'âge de chaque EPT de la métropole en 2017 (disponibilité des données recensement INSEE). Par manque de données mais en cohérence avec les précédentes études de flux menées sur l'Île-de-France, l'ensemble des consommations journalière et annuelle d'un habitant de la métropole est attribué à la commune au sein de laquelle cette personne réside, même si en réalité cette dernière travaille et se restaure durant ses horaires de travail hors de sa commune de résidence et même si elle a résidé durant plusieurs jours ou semaines hors de sa commune de résidence durant l'année.

Ce calcul permet d'estimer les flux d'aliments ingérés par les habitants de la métropole. Afin de prendre en compte les flux d'aliments générés en amont de cette ingestion tout le long de la chaîne de circulation des matières, les résultats d'une étude réalisée pour l'ADEME en 2016 par INCOME consulting et AK2C sont utilisés. Cette étude indique des taux moyens de perte nette pour l'alimentation humaine à chaque étape de circulation des matières depuis la récolte. Ces taux correspondent au rapport entre les pertes nettes pour l'alimentation humaine générées durant l'étape étudiée rapportées aux flux totaux issus de l'étape. Par exemple pour la production de pain : les pertes en pain et farine rapportées à la production totale de pain. Les pertes pour l'alimentation humaine uniquement sont comptées : par exemple pour le blé, seules les pertes en grain sont prises en compte et non l'ensemble de la plante (dont la tige)<sup>28</sup>. Notons que ces flux générés en amont de la consommation humaine sont localisés en grande partie hors de la métropole, en particulier pour les étapes d'extraction, transformation et distribution. Les données utilisées pour cette étude ne permettent pas de situer les flux.

Les flux de consommation humaine et les flux en amont de cette consommation sont estimés pour l'ensemble des aliments et également pour l'azote et le phosphore que les aliments contiennent. Des flux d'azote et de phosphore en aval de la consommation humaine sont estimés selon des coefficients calculés à partir d'Esculier (2018). Ces coefficients correspondent au rapport entre le contenu en azote ou phosphore des aliments ingérés d'une part, et d'autre part les flux stockés dans le corps, les pertes tégumentaires (issus de la peau, des cheveux, poils et ongles), les rejets vers les réseaux d'eaux usées et les rejets vers les fosses septiques.

---

<sup>28</sup> Seules les pertes de biomasse alimentaire sont donc comptabilisées ici, à la différence des flux indirects comptabilisés dans la méthode du bilan de flux de matières où sont inclus l'ensemble des pertes de biomasse (dont la tige pour le blé par exemple) et les flux de combustibles consommés en amont de la consommation apparente (rapport de 6,9 dans Augiseau et Barles, 2018 entre importations et flux indirects associés).

## 2. Périmètre de l'estimation ascendante des flux

Les flux estimés portent sur l'année 2017 (disponibilité des données INSEE) et sont liés aux habitants des communes de la métropole uniquement. La consommation alimentaire de visiteurs et touristes habitant en dehors de la métropole n'est pas prise en compte dans cette étude<sup>29</sup>. L'ensemble des matières organiques contenues dans les aliments consommés selon l'étude INCA3 est pris en compte. Sont par conséquent exclues les consommations d'eau du robinet et d'eaux conditionnées. Néanmoins toutes les autres boissons sont prises en compte, bien que leur contenu en matière organique puisse être faible.

---

<sup>29</sup> La prise en compte des aliments consommés par les visiteurs et touristes en 2017 n'impacterait que très marginalement les flux. En effet, les 49,4 millions de nuitées passées dans la métropole par ces personnes selon les données de l'Observatoire économique du tourisme parisien représentent l'équivalent d'une population durant une année pleine de 135 000 habitants, soit 2 % de la population du territoire.

## ANNEXE 5. Sources des données sur les flux d'énergies et d'eaux

### 1. Sources des données sur les flux d'énergie

Une synthèse des données sur la consommation et la production d'énergie de la métropole en 2018 disponibles sur la base de données Energif du ROSE (Réseau d'Observation statistique de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre en Ile-de-France) est réalisée. Les données sont issues du *Bilan territorial 2018, Énergie & Émission de gaz à effet de serre* qui portent sur l'ensemble des consommations, mais excluent à des fins de protection de données à caractère personnel certaines productions locales issues des filières photovoltaïque et thermique non renouvelable, éolien, hydraulique et déchets ménagers. La méthodologie d'estimation des données est disponible sur la base Energif.

### 2. Sources des données sur les flux d'eau

Plusieurs bases de données sont utilisées pour réaliser une synthèse des données disponibles sur l'eau. Ces données portent sur différentes années. Certaines données ne sont disponibles qu'à l'échelle du département. Des estimations ont été réalisées par CitéSource pour estimer les flux liés aux communes présentes dans les EPT T5 dans le Val-d'Oise et T12 en Essonne afin de pouvoir présenter des données sur l'ensemble de la métropole.

Des données sur les prélèvements d'eau depuis le milieu naturel en 2016 (année la plus récente connue à ce jour) par département de la base CartOgraph' de l'Office français de la biodiversité (OFB) sont tout d'abord utilisées. Ces données indiquent les volumes d'eau prélevés par utilisation : alimentation en eau potable, industrie, irrigation, alimentation des canaux, énergie. La méthode d'estimation est présentée sur la base CartOgraph'. Par simplification, afin de réaliser une estimation des prélèvements sur l'ensemble de la métropole, les prélèvements des communes de l'EPT T5 dans le Val-d'Oise sont considérés comme étant similaires à ceux du reste de l'EPT T5 et sont calculés au prorata de la population en 2018 selon le recensement INSEE. De même pour les communes de T12 en Essonne dont les prélèvements sont considérés comme étant similaires à ceux du reste de l'EPT T12.

La base SICOMORE de l'ASTEE (Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement) fournit une information sur la consommation d'eau potable par habitant réelle ou simulée par commune en 2012. La méthode d'estimation est présentée sur la base SICOMORE. Cette consommation par habitant selon des seuils bas et haut (minimum et maximum) est multipliée par la population en 2018 de chaque commune selon le recensement INSEE pour estimer une consommation du territoire en 2018 selon des seuils bas et haut. Pour la ville de Paris, qui représente une part importante des consommations de la métropole, les données plus précises publiées dans le rapport d'activité d'Eau de Paris sur l'année 2018 sont utilisées (Eau de Paris, 2019).

La production d'eau non potable en 2016 est connue à partir de l'information sur le prélèvement pour l'industrie dans la ville de Paris, ce prélèvement correspondant au captage d'eau pour la desserte du réseau d'eau non potable<sup>30</sup>.

Les volumes d'eaux traitées par le réseau d'assainissement collectif en 2018 est estimé à partir de données du rapport d'activité 2018 du SIAAP (Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne). Le SIAAP dessert une population de 9 328 096 habitants de

---

<sup>30</sup> Le rapport d'activité 2018 d'Eau de Paris indique une production moyenne/jour en eau potable en 2018 qui rapportée à l'ensemble de l'année permet de réaliser une estimation très proche de la valeur sur les prélèvements pour l'industrie dans Paris de CartOgraph'.

communes situées dans tous les départements d'Ile-de-France et son réseau n'englobe pas l'ensemble de la métropole, certaines communes ou EPT étant liées à d'autres gestionnaires. Par simplification, le volume d'eaux usées de la métropole traitées par les réseaux d'assainissement est estimé à partir des données du SIAAP au prorata de la population de la métropole en 2018.

# ANNEXE 6 : Fiches acteurs

## 1. Acteur 1

### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- Production de bétons prêts à l'emploi (BPE) par le biais de 21 centrales réparties sur une dizaine de ports franciliens.
- Activité de transit, de récupération et de traitement des déblais, via leur renvoi à des filières dédiées ou le réaménagement de carrières de granulats.

### Dimension circulaire :

- Mise en place d'une plateforme multimodale et multi-activités à Gennevilliers en novembre 2020, menant conjointement des activités d'approvisionnement en matériaux et de récupération de ressources issues des démolitions, afin de les valoriser dans la production de béton.
- Mode fluvial développé et ancien.

### Enjeux :

- Préserver et pérenniser les gisements.
- Accroître l'utilisation de matériaux issus du concassage
- Utiliser des matériaux alternatifs

### Rôle des pouvoirs publics :

- Exiger des promoteurs qu'ils intègrent des matériaux recyclés dans le bâtiment.
- Réfléchir avec les maîtres d'ouvrage à la création d'un macro-lot commun construction et déconstruction

## 2. Acteur 2

### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- Activité d'assistance à maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre de la déconstruction
- Ingénierie de la déconstruction et de la gestion des déchets. Diagnostics déchets et ressources, encadrement des travaux de démolition, de curage et de réhabilitation
- Suivi des travaux

### Dimension circulaire

- Assistance à maîtrise d'ouvrage spécialisée dans l'économie circulaire et la déconstruction sélective
- Mise en œuvre de chantiers test avec retour d'expériences. Exemple : l'écoquartier Lavallée de Châtenay-Malabry
- 

### Enjeux :

- Renforcer les coopérations entre les AMO ou les maîtres d'œuvre de la déconstruction et les gestionnaires de déchets. Besoin d'un « tiers intervenant » entre Ginger Deleo et les entreprises de travaux, qui est le gestionnaire de déchets.
- Résoudre le déséquilibre entre l'offre et la demande de matériaux issus du réemploi. Des gisements importants pour des débouchés encore rares.
- Obliger les entreprises à intégrer des matériaux issus du réemploi et les aider à lever des verrous.

#### Rôle des pouvoirs publics :

- Développer une vision transverse et globale, à l'échelon métropolitain, de la chaîne de valeur de l'économie circulaire, afin de favoriser les passerelles entre les différents maillons.

### 3. Acteur 3

#### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- Industriel du groupe Saint-Gobain qui fabrique des matériaux de construction pour les façades (gros-œuvre et travaux publics), commercialisés via des filiales du groupe Saint-Gobain (Point P, La Plateforme du bâtiment...). Entreprise spécialisée dans les mortiers techniques.
- Activité de rénovation énergétique, via notamment l'isolation thermique par l'extérieur.
- 12 usines en France métropolitaine, dont 2 en Île-de-France (Nemours et Bonneuil-sur-Marne), avec volonté d'écouler le plus localement possible les produits. Chaque usine produit environ 100 000 t de produits finis (notamment à partir de sables amenés par péniche et de ciment)
- Usine de Bonneuil-sur-Marne : 5 000 t de produits finis expédiés par péniche pour alimenter 9 points de vente en bordure de Seine. Le reste part en camion.

#### Dimension circulaire :

- Développement de la logistique fluviale, en tirant profit de la position de l'usine de Bonneuil-sur-Marne, notamment pour alimenter les chantiers des Jeux Olympiques.
- Fabrication de seaux en plastiques recyclés.
- Réduction des déchets en amont
- Recyclage d'une partie des matières mobilisées (par exemple : les sacs périmés) dans leurs procédés de fabrication
- Réutilisation du sable recyclé et des cendres volantes. Utilisation du laitier en substitution à du ciment dans certains produits (remplacement à 100%).
- R&D pour substitutions de matériaux vierges dans leurs produits

#### Enjeux :

- Changement de comportements sur les chantiers
- Frein à la logistique fluviale : les clients qui ne sont pas directement en bordure de Seine ne souhaitent pas payer le coût supplémentaire dû à la rupture de charge et au dernier kilomètre.

#### Rôle des pouvoirs publics :

- Durcir la réglementation pour augmenter la part de transport à faible émission de carbone, à l'instar de la combinaison du fluvial et de la logistique du dernier kilomètre par petit camion électrique.

## 4. Acteur 4

### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- Groupe intégré verticalement, de la production à la distribution.
- Production de matériaux de construction : Saint-Gobain Glass (fabrication de verre et de produits dérivés - laine de verre), Pont-à-Mousson (fabrication de tuyaux de fonte - gouttières parisiennes, canalisations d'eau, tuyaux de construction...), Placo (fabrication de plaques de plâtre et de produits dérivés du plâtre), Weber (fabrication de mortiers techniques), Isover (fabrication d'isolants - laine de verre, laine de bois)
- Distribution de matériaux de construction, avec notamment Point P (entreprise généraliste, gros-œuvre : parpaings, briques, produits béton, charpente-bois, charpente métallique), La plateforme du bâtiment (dépannage des petits artisans dans les zones urbaines) ou les agences CEDEO (distribution sanitaire chauffage). Important maillage d'agences de distribution qui quadrillent le territoire francilien, de manière à livrer les chantiers à moins de 10, voire de 5 kilomètres.

### Dimension circulaire :

- Recyclage de produits gypse par Placo, de laine de verre par Isover
- Logistique inverse. Les points de distribution sont également des points de collecte et de tri des déchets du BTP. Les artisans qui viennent chercher des matériaux peuvent, par la même occasion, ramener des déchets de chantier. Sur Point P, séparation des différents types de déchets.
- Logistique fluviale en région parisienne : 2 péniches, pour 90 000 tonnes par an, qui remplacent 3200 camions. 6 agences en bord de seine, dont 4 dans Paris intramuros. 43 camions au gaz assurent une partie de la distribution intra-muros.
- Volonté de développer une offre en matériaux biosourcés

### Enjeux :

- Difficulté à récupérer et distribuer des matériaux issus du réemploi. Raisons techniques : les matériaux de réemploi nécessitent des zones couvertes, là où les déchetteries sur agences sont des espaces extérieurs. Raison d'assurabilité des matériaux issus du réemploi.

### Rôle des pouvoirs publics :

- Faire évoluer la réglementation et/ou développer des incitations pour que les distributeurs proposent une offre de matériaux issus du réemploi

## 5. Acteur 5

### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- Eiffage aménagement, Eiffage immobilier, Eiffage Construction, Eiffage démolition (Demcy)
- Dimension intégrée du groupe, très favorable à l'économie circulaire.

### Dimension circulaire :

- Le rapport climat 2020 d'Eiffage fait de l'économie circulaire un des piliers de sa stratégie de réduction de l'empreinte carbone
- Expertise intégrée du groupe : réalisation de diagnostics déchets et ressources par Demcy, pouvant donner lieu à des prescriptions de clauses de réemploi à Eiffage construction.
- Engagement territorial en matière d'économie circulaire. Par exemple : signature de la charte économie circulaire de Plaine Commune.
- Travail mené avec le tissu associatif, notamment avec Réavie, pour la mise en œuvre de plateformes de réemploi, à La Courneuve, Châtenay-Malabry, etc.
- Coopération avec des bureaux d'études tels que Ginger Deleo

### Enjeux :

- Accent mis sur les terrains publics sous-utilisés (centres-techniques municipaux) qui pourraient permettre le développement de plateformes de réemploi.

### Rôle des pouvoirs publics :

- Communication sur les bonnes pratiques.
- Mise en place d'une charte métropolitaine de l'économie circulaire (Cf. Charte de Plaine Commune)
- Mise à disposition des terrains publics sous-utilisés

## 6. Acteur 6

### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- Valorisation et réutilisation des terres excavées issues des chantiers du Bâtiment et des Travaux Publics, via notamment la fabrication de terres végétales (Urbafertil) et la réutilisation de déblais inertes dans les projets d'aménagement : parcs paysagers, reboisements, buttes phoniques, centrales photovoltaïques, exhaussements agricoles, fermes urbaines, golfs, terrains et équipements sportifs ou de loisirs.
- Fabrication de briques en terre crue via le projet Cycle-Terre.
- Pôle Environnement : caractérisation des déblais, identification des filières de traitement des terres inertes et des terres polluées, traçabilité des matériaux vers les sites de réutilisation, de recyclage ou de traitement.
- Pôle Aménagement : dialogue avec les collectivités locales pour déterminer les sites d'aménagement où les déblais inertes et non-pollués seront réutilisés.
- Gestion d'un petit volume de terres polluées sur le site de la Courneuve pour les transformer en terres inertes.

### Dimension circulaire :

- L'économie circulaire est dans l'ADN d'ETC.
- Le recyclage des terres excavées constitue un enjeu majeur à l'heure des chantiers du Grand Paris Express, des objectifs du SDRIF et des Jeux Olympiques.

### Enjeux :

- Réduire les volumes de terres végétales importées des départements des autres régions (Loiret, Oise etc.)
- Atteindre l'autosuffisance pour les besoins en terres à l'échelon francilien.

#### Rôle des pouvoirs publics :

- Convaincre les collectivités (le substrat issu des terres recyclées coûte 30 à 40% moins cher que la terre végétale)
- Agir sur les CCTP - obligation d'intégrer du réemploi pour émergence de la filière
- Sourcer les projets d'aménagement proches des projets d'excavation.

## 7. Acteur 7

#### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- Construction et entretien d'infrastructures routières
- Production, vente et recyclage de matériaux de construction routière : production d'enrobés à chaux, pose enrobages, transformation et recyclage des enrobés
- Une trentaine de plateformes Colas en Île-de-France dédiées au recyclage (criblage, liant hydraulique, concassage...), pour environ 1,5 millions de tonnes recyclées à l'échelle des 60 plateformes de Colas Île-de-France Normandie.
- Réalisation de chantiers d'infrastructures (routières, aéroportuaires, portuaires, ferroviaires...)

#### Dimension circulaire :

- Recyclage des matériaux issus des chantiers de Colas sur d'autres chantiers du groupe. Enjeu notamment de réduire les importations et ainsi d'optimiser les coûts de transport. Réduction des flux de camions, économie de coûts financiers et de ressources non-renouvelables.
- Réseau de plateformes recevant des déchets du bâtiment et assurant le concassage du béton. Fabrication de graves recyclés de différentes catégories et qualités. Réintégration des graves dans différents ouvrages, conformément à la réglementation.

#### Enjeux :

- L'Île-de-France est correctement dotée en installations industrielles pour la production de béton et d'enrobés. En revanche, la région connaît un manque de plateformes de recyclage et de déchetteries professionnelles.
- Difficulté d'incorporer plus de 30 % de matériaux issus du recyclage dans les bétons d'enrobés (16-17 % en moyenne d'incorporation), sous peine de créer des chaussées qui ne peuvent supporter des forts trafics.

## 8. Acteur 8

### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- SCIC spécialisée dans la fabrication de matériaux de construction en terre crue à partir des terres excavées des chantiers du Grand Paris.
- Projet européen impliquant 13 partenaires : Quartus (promoteur immobilier, construction du bâtiment de Cycle-Terre à Sevran), ECT (entreprise spécialisée dans la réutilisation des terres, chargée du traitement amont de la terre), Ville de Sevran (Collectivité porteuse du projet européen), Amàco (centre de recherche et de formation pour l'architecture contemporaine en terre crue et en fibres végétales, en charge de la R&D sur les produits), CRAterre (centre international de la construction en terre, en charge de la R&D sur les produits), Joly & Loiret (agence d'architecture française spécialisée dans la construction en matériaux naturels, dessin du bâtiment et fondateur de Cycle-Terre), Université Gustave Eiffel (essais sur les terres), Polytechnic Concept (fournisseur de presses spécialisée), Société du Grand Paris
- Production de blocs de terre comprimée, ainsi que de mortiers pour les assembler. Les blocs sont 100 % terre crue. Grâce à l'absence de liant (ciment ou chaux), la réutilisation en fin de vie est possible à l'infini.
- 10 000 tonnes de terres traitées par an. Le projet ne recycle pas de terre polluée.

### Dimension circulaire :

- Approvisionnements de proximité. Objectif de mailler le territoire francilien de plusieurs fabriques, afin de s'approvisionner au plus proche des gisements.
- Emergence de la terre crue dans de nombreux projets d'aménagement en Île-de-France : école de Villepreux (78) et de Brétigny-sur-Orge (91), pavillon dans le 19<sup>e</sup> arrondissement de Paris, maison des femmes de Poissy (78), etc.
- Volonté de répondre aux exigences réglementaires du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Cycle Terre est la seule entreprise en France à avoir obtenu une certification ATeX (Appréciation Technique d'Expérimentation) pour des produits de type BTC (bloc de terre comprimée).
- Opportunité à l'heure de la raréfaction des ressources en calcaire, granulats ou acier, qui va entraîner un renchérissement des coûts de fabrication du béton.
- CEMEX fait partie de l'association ASTERRE (association référente dans le milieu de la terre)

### Enjeux :

- Enjeu de massification des volumes de terres traités. Les gisements recyclés sont insuffisants au regard des 300 millions de tonnes de terres à évacuer dans les 25 ans à venir sur l'Île-de-France.
- Exigence de renouvellement de l'ATEX pour chaque nouveau lot de terre (6 à 12 mois de fonctionnement), qui permet l'assurabilité du bâtiment mais coûte entre 50 000 et 100 000 euros. Le renouvellement de l'ATEX est donc un frein pour massifier l'utilisation de la terre dans les projets de construction.

### Rôle des pouvoirs publics :

- Dans le cadre de la RE2020, instaurer des paliers obligatoires d'utilisation de la terre crue pour la construction de nouveaux bâtiments. Intégrer en outre, via la commande publique, des clauses d'utilisation de matériaux géo-sourcés. Par exemple : intégrer 0,025m<sup>3</sup> de terre par m<sup>2</sup> de surface de plancher. En moyenne, cela représente environ une à deux cloisons par appartement. En appliquant ce ratio réaliste à 20% des constructions, alors 30 sites de production de la taille de Cycle Terre seraient nécessaires dans le périmètre de la métropole.
- Permettre une meilleure flexibilité dans la certification des produits en terre par le CSTB. À court terme, il est convenu avec le CSTB que Cycle-Terre n'est pas obligé de renouveler son ATEX, tant qu'il utilise le même type de terre (limon de plateaux).

## 9. Acteur 9

### Activités/place dans la chaîne de valeur :

- Bureau d'étude spécialisé dans la démolition circulaire : objectif de limiter les déchets enfouis, de favoriser le recyclage, le réemploi
- Activités de construction : utilisation de matériaux issus des démolitions dans l'édification de nouvelles infrastructures

### Dimension circulaire :

- Acteur pionnier en matière d'économie circulaire : utilisation d'outils innovants (exemple : travail en BIM)
- Travail avec un large panel d'acteur autour de la récupération de matériaux issus des démolitions : industriels, associations, centres de formation, architectes.
- Coopération avec Saint-Gobain autour de la valorisation du plâtre.
- Organisation d'ateliers d'insertion en partenariat avec des acteurs associatifs.
- Stockage temporaire de matériaux issus du réemploi

### Enjeux :

- Développer un outil qui permet d'identifier les HUB locaux pour valoriser les filières.
- Améliorer la valorisation des gisements identifiés
- Obtenir une meilleure connaissance du maillage locale

### Rôle des pouvoirs publics :

- Communiquer sur l'économie circulaire et la déconstruction
- Impulser l'usage de matériaux recyclés ou issus du réemploi sur la construction
- Créer des outils : plateforme, qui permettent de mettre en relation les acteurs et porter à connaissance le sujet

## ANNEXE 7 : Méthodologie d'estimation du foncier

### 1. Objectifs de l'étude

L'économie circulaire induit une transformation de la façon de gérer et de traiter ces importantes quantités de matières. Cela nécessite du foncier pour pérenniser et développer des installations diverses tant en termes de surfaces occupées, que d'activités et de procédés mis en œuvre. L'étude (tranche optionnelle n°2 du lot n°1 du marché) « cartographie des espaces de foncier pouvant être mobilisés pour des projets d'économie circulaire » a été structurée en trois étapes.

Tout d'abord, les territoires sont déjà traversés et utilisés par des filières de gestion des « déchets » parfois anciennes. Quelles emprises sont actuellement affectées à ces activités et dans quels territoires se situent-elles ? Ainsi, l'un des objectifs initiaux de l'étude menée pour la Métropole du Grand Paris, était de **mieux connaître le parc des installations existantes qui font déjà fonctionner**, parfois depuis longtemps, **les circuits de gestion des « déchets »** qui auront vocation à être modifiés par les objectifs régionaux et nationaux en la matière. Pour cela, les bases de données de L'Institut Paris Region (et plus particulièrement celles de son département Déchets l'ORDIF) ont été mobilisées. De plus, des éléments de synthèse du PRPGD ont été mobilisés. Le plan régional donne des informations globales sur les besoins de développement de tel ou tel mode de valorisation des matières du BTP ; ces derniers n'étant pas homogènes d'une activité à l'autre.

Par ailleurs, si l'économie circulaire nécessite du foncier et constitue ainsi un réel enjeu d'aménagement de l'espace, il convient **d'avoir une idée plus précise des besoins réels de fonciers et des mécanismes d'implantation des professionnels du BTP et des déchets**. De quelle(s) activité(s) parlons-nous ? Lesquelles sont prioritaires pour le territoire métropolitain ? Quels sont les critères, favorables et limitants, pour qu'une activité donnée (tri, concassage...) s'implante sur une ou plusieurs parcelles ?

D'une manière générale, il est couramment admis que la problématique foncière est particulièrement complexe en Île-de-France pour les opérateurs et professionnels de l'aménagement et du BTP. Derrière cela, l'étude a donc cherché à **comprendre les déterminants qui permettent à l'économie circulaire de se développer à l'échelle territoriale**. Pour cela, une grille des critères « positifs » ou « favorables » mais aussi « limitants » ou « défavorables » à l'implantation de cinq activités différentes (tri/transit/déchetteries, concassage, traitement de terres, plateforme de réemploi « légère<sup>31</sup> », plateforme de réemploi « complète ») a été construite. Des études et travaux existants de l'APUR, du SEDDREe, de l'ADEME ont été analysés, tandis que les entretiens menés avec différents acteurs du BTP (une dizaine au total, cf. partie 2.3 du rapport) ont permis d'objectiver les besoins des opérateurs, leur(s) logique(s), ainsi que les surfaces concernées pour développer, maintenir et accroître leur activité.

Le foncier potentiel a ainsi été caractérisé conformément à la réponse au CCTP de la mission sur la base d'une méthodologie « descendante », c'est-à-dire de mobilisation de diverses bases de données SIG dans le but d'identifier le foncier disponible pour l'accueil de diverses activités de l'économie circulaire. L'étude aboutit ainsi à une évaluation du foncier par l'intermédiaire d'une notation multicritères, ainsi qu'au repérage spatial de ces espaces potentiels pour déployer l'économie circulaire dans la construction.

---

<sup>31</sup> Définie comme une plateforme procédant à du réemploi de matériaux sans utiliser de machines importantes, et ayant recours à des procédés (reconditionnement notamment) principalement manuels.

## 2. Critères de mobilisation du foncier pour l'économie circulaire

Les critères permettant de déterminer le potentiel de mobilisation d'un foncier possible ont été identifiés par plusieurs moyens :

- Un état des lieux de la littérature et travaux existants, dont les références complètes figurent en bibliographie du rapport. Il s'agit du « Guide de conception et de fonctionnement des installations de traitement des déchets du BTP » du Syndicat des Entreprises de Déconstruction, Dépollution et Recyclage (SEDDREe) de 2014 ; d'une étude de l'APUR « Les chantiers du Nord-Est du Grand Paris, un exemple pour l'économie circulaire » de 2020 ; d'une « Analyse technico-économique de 39 plateformes françaises de tri/valorisation des déchets du BTP » publiée par l'ADEME en 2011 ;
- L'appui de Cycle Up membre du groupement qui a travaillé sur l'étude de métabolisme urbain de la Métropole du Grand Paris et qui présente l'intérêt d'être un acteur de terrain dont l'activité nécessite du foncier ;
- Le recueil des paroles d'acteurs recueillies lors de l'atelier dédié au BTP du 23/11/2021, puis lors des entretiens conduits en décembre 2021 et janvier 2022 (dans le cadre du travail relatif à la cartographie des acteurs) ;
- Des échanges plus ponctuels en bilatéral avec certains experts et professionnels (opérateurs comme Cemex, observatoires régionaux comme l'ORDIF).

### Les surfaces

Les sites potentiels ont été regroupés en plusieurs classes de surface, elles-mêmes déjà définies dans une étude de l'APUR de 2020. Dans un souci de cohérence, les classes de surface ont été reprises ici, et légèrement adaptées pour considérer plus finement les « grands » sites (> à 1 hectares) qui étaient considérés comme XL et XXL par l'APUR, et qui ont été distingués dans le cadre de l'étude.

Par ailleurs, l'usage des recycleries n'a pas été inclus dans l'étude et les sites < à 1 000 m<sup>2</sup> ont été sortis du champ de recherche : cela représente 360 sites, écartés du périmètre de l'étude. Les usages considérés dans l'étude (concassage, enrobés, traitement de déblais et terres, tri, transit, déchetteries ouvertes aux professionnels, réemploi sous sa forme « légère » ou « complète ») peuvent difficilement s'effectuer sur des surfaces foncières de moins de 1 000 m<sup>2</sup>. Les recycleries, si elles sont importantes pour déployer l'économie circulaire en Île-de-France, ne concernent pas en premier lieu les flux de matériaux de construction et du BTP. Leurs volumes traités sont encore très faibles, et leur public cible est souvent les ménages et la population, contrairement au public ciblé dans le cadre de l'étude (acteurs économiques du BTP, aménageurs, promoteurs...).

### Voisinage des sites

L'appréciation du voisinage des terrains identifiés a été réalisée à travers deux indicateurs : le nombre de population résidente et le nombre d'établissements de santé et d'enseignement au titre d'équipements accueillant un public sensible. La mesure de la population résidente a été réalisée dans un périmètre de 100 mètres à vol d'oiseau (donc sites compris) avec la couche « Densibati » de L'Institut Paris Region (année 2016)<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> Densibati est une estimation de la répartition de la population et du logement de l'INSEE à l'iris sur les bâtiments de la BD-Topo d'Île-de-France (centroïdes). La ventilation de la population et du logement est issue du RGP 2016 de l'INSEE sur la couche bâtiment de l'IGN (2018). Si les parcelles restent la clef de répartition locale des logements, ce sont les chiffres du RIL 2018 – Répertoire d'Immeubles Localisés (RIL) – qui sont ventilés dans les bâtiments pour les communes de 10 000 habitants ou plus et ceux des fichiers fonciers pour les communes de -10 000 habitants.

La mesure des établissements accueillant un public sensible a été réalisée en mobilisant différentes couches de points des équipements de L'Institut Paris Region. Il s'agit des établissements de santé<sup>33</sup> (hospitaliers, cliniques, maisons de retraite EHPAD ou appartements médicalisés) accueillant un public sensible et des établissements d'enseignements<sup>34</sup> (crèches, écoles élémentaire, maternelle ou primaire, Collèges, Lycées). Les distances de proximité ont été calculées entre tous ces établissements accueillant du public sensible et les sites potentiels pour l'économie circulaire dans un périmètre de 200 mètres<sup>35</sup>. Les nombres d'établissement sont ensuite sommés par classe de distance : Au final, < 50 mètres et > de 50 mètres L'effectif et la classe de distance détermineront la notification finale de l'indicateur avec le principe suivant plus un site concentrera des établissements sensibles, moins il sera propice à l'implantation d'une activité dédiée à l'économie circulaire.

### **La situation des sites dans les PLU**

Dans le cadre de l'étude, l'appréciation du classement des fonciers identifiés pour installer des activités de l'économie circulaire a été réalisée sur la base de la base de données « Carto PLU » de L'Institut Paris Region et de la DRIEAT. Il a d'abord été nécessaire de restructurer la base en « quatre zones PLU » principales (U = déjà urbanisées, AU = à urbaniser, A = agricoles, N = naturelles). Le choix a été fait de regrouper d'un côté les zones « urbaines » U et AU, et de l'autre les zones « non urbaines » A et N, puis de procéder à des jointures spatiales entre les polygones des sites potentiels et ceux des deux groupes de zones des PLU ainsi constitués. Un seuil de 20% a été retenu : un site potentiel est considéré comme localisé en zone U/AU, ou en zone A/ N si plus de 80% de son emprise est située dans l'une de ces zones. Quelques sites se répartissent sur les deux groupes de zones PLU. Ils ont été identifiés comme tel : « zones A/AU et zones A/N ».

### **L'accès routier**

Dans le cadre de l'étude, l'appréciation de l'accessibilité des terrains potentiels au transport routier (voie routière) a été réalisée via la couche « MOS + » de L'Institut Paris Region. Une intersection géométrique entre les sites potentiels et les axes routiers identifiés dans la couche MOS+ permet d'identifier les sites accessibles par la route<sup>36</sup>. Au final, l'accès est caractérisé comme « Oui » ou « à vérifier » (cette classe « à vérifier » compte 35 sites au total). Les critères qualitatifs issus de la BD Topo (accès poids lourds) n'ont pas été utilisés en raison de leur non-exhaustivité. A noter que des réglementations locales (arrêtés municipaux par exemple) peuvent impacter la circulation des poids lourds dans certaines zones ou communes.

### **La proximité avec les chantiers**

Dans le cadre de l'étude, l'appréciation de cette proximité a été réalisée en utilisant la Base projets d'aménagement de L'Institut Paris Region. Celle-ci recense les principaux secteurs de projet d'aménagement en Ile-de-France grâce à une veille territoriale et thématique réalisée par L'Institut (suivi des documents d'urbanisme, études territoriales, veille internet), grâce à l'apport de données externes (abonnements auprès de la société Explore et de sites de presse spécialisée), et depuis novembre 2014 grâce aux contributions de la Wikimap' Projets, carte collaborative en ligne accessible à tous les acteurs de l'aménagement en Ile-de-France. La couche recense à minima les projets de plus de 50 logements en petite couronne et 10 logements en grande couronne, les

<sup>33</sup> Source : Finess, ARS, ORS, L'Institut Paris Region, 2018

<sup>34</sup> Source : Ministère de l'Education Nationale (DEPP), Caisses d'allocations familiales d'Ile-de-France, L'Institut Paris Region, 2018

<sup>35</sup> 225 mètres en réalité afin de pallier le fait qu'une couche de points a été utilisée, et non une couche de polygones.

<sup>36</sup> Les sites identifiés à plus de 10 mètres d'une voie routière (MOS +) ont été vérifiés au cas par cas et requalifiés.

projets de plus de 5 000 m<sup>2</sup> de surface de plancher, ou à défaut de ces informations les projets de plus d'un hectare d'emprise au sol, et les projets d'équipements et d'espaces ouverts de niveau métropolitain. La couverture de l'Île-de-France n'est pas tout à fait exhaustive, et certains secteurs sont plus à jour que d'autres. Les distances de proximité ont été calculées entre tous les périmètres de projet d'aménagement et les sites potentiels (Table de proximité) dans une zone de 5 km autour des sites potentiels.

Les nombres de projet d'aménagement sont ensuite sommés par classe de distance : < 25 mètres, >25 mètres et > 2 kilomètres, >2 kilomètres et > 5 kilomètres et > de 5 kilomètres. L'effectif et la classe de distance détermineront la notification finale de l'indicateur avec le principe suivant : plus un site concentrera de périmètres de projet, plus il sera propice à l'implantation d'une activité dédiée à l'économie circulaire.

Rappelons que les sites dans les projets d'aménagement ont été sortis du périmètre de l'étude, afin d'être cohérent avec le travail mené en parallèle par l'APUR. La couche SIG livrée pour l'étude comporte ainsi les 404 polygones des sites identifiés. Le fichier Excel qui permet d'analyser les sites (selon leur répartition géographique, leur potentiel, leur taille, etc) intègre cependant les sites localisés dans les projets d'aménagement, afin de permettre une comparaison ultérieure des résultats.

### **La proximité avec la voie d'eau**

A défaut de disposer d'une couche validée et exhaustive des quais et des ports de marchandises, cet indicateur de proximité est calculé à partir de la couche des voies d'eau navigables à L'Institut Paris Region (source : BD Topo, VNF). La distance a été estimée « à vol d'oiseau » selon plusieurs classes de distances (< 50 mètres – très proche ; < 200 mètres – proximité moyenne ; > 200 mètres – site éloigné d'un cours d'eau navigable).

### **Le niveau de protection des sites en matière de biodiversité**

Ainsi, ce niveau de protection a été analysé par l'intermédiaire des bases de données de L'Institut Paris Region relatives aux milieux naturels franciliens. Ces éléments sont tirés de la matrice "3D" de L'Institut (occupation du sol, protection, gestion) élaborée en 2015 et sont donc cohérents respectivement avec les notions de "servitudes fortes" et de "contraintes d'aménagement" utilisées pour apprécier la réceptivité des tissus urbains dans le cadre du Sdrif de 2013.

### **La complémentarité ou la concurrence avec l'écosystème d'acteurs local**

La complémentarité ou la concurrence des acteurs de l'économie circulaire ont été envisagés ici dans une logique assez générale et non spécifique : l'implantation d'une activité liée à l'économie circulaire relève du cas par cas et la complémentarité ou non de cette activité avec l'écosystème local ne peut pas être étudiée finement à l'échelon métropolitain sans faire d'hypothèses sur l'usage du foncier qui sera privilégié. C'est donc une complémentarité ou une concurrence « théoriques » qui ont été analysées ici.

Dans le cadre de l'étude, l'appréciation de la complémentarité ou de la concurrence des terrains identifiés a été réalisé avec la base de données établies par la cartographie des acteurs de l'économie circulaire sur le territoire de la Métropole du Grand Paris (cf. partie 2.3 du rapport). Dans un souci de cohérence, les Acteurs du BTP, les acteurs du réemploi, les centrales de Béton Prêt à l'Emploi, les centres de tri DAE, les entreprises de démolition/déconstruction, les fabrications ou distributeurs de matériaux de construction et les récupérateurs de métaux ont été considérés comme des acteurs complémentaires, des partenaires (627 sites). Mobiliser un foncier au plus proche de ces acteurs-là nous a semblé de nature positive quant à la structuration de filières complémentaires. Cette complémentarité se retrouve dans le système de notification par des notes favorables à l'implantation d'activité d'économie circulaire.

Inversement, les sites où des installations de concassage, de traitement de terres, de centres de tri/transit, sont déjà implantés ont été identifiés comme des sites concurrents (107 sites), et donc les sites autour desquels se trouvent ces concurrents potentiels ont été jugés moins intéressants et moins porteurs pour mobiliser de nouvelles emprises foncières. Cette concurrence se retrouve dans le système de notification par des notes défavorables à l'implantation d'activité d'économie circulaire.

Les acteurs identifiés ont été classés en 2 catégories : « partenaires » et « concurrents ». Les distances de proximité ont été calculées entre tous les acteurs et les sites potentiels (Table de proximité) dans une zone de 15 km autour des sites potentiels. Les nombres d'acteurs concurrents et le nombre d'acteurs partenaires sont ensuite sommés chacun par classe de distance : classe 1 : 10 – 999 mètres ; classe 2 : 1 000 - 4 999 mètres ; classe 3 : 5 000 - 9 999 mètres ; classe 4 / 10 000 - 15 000 mètres. L'effectif et la classe de distance détermineront la notification finale de l'indicateur avec le principe suivant : plus un site concentrera de périmètres de projet, plus il sera propice à l'implantation d'une activité dédiée à l'économie circulaire. A noter que les acteurs localisés à moins de 10 mètres d'un site potentiel ont été considérés comme appartenant à ce même site, et donc, ni comme un partenaire, ni comme un concurrent (ils ont été retirés du champ de l'étude).

Afin de calculer les effectifs dans ces classes, la méthode cumulative a été retenue : plus on s'éloigne d'un site, plus il aura des partenaires ou des concurrents. La méthode de discrétisation des effectifs dite des « seuils naturels » (Jenks) de ces quatre classes de distances a été choisie en gardant à l'esprit certaines contraintes (respect de la distribution, lisibilité de la carte, respect de la structure des données et prise en compte des discontinuités dans les effectifs, etc.).

### **La distance avec les ISDI et les carrières autorisées au remblaiement**

La distance aux ISDI (21 installations en 2019) et aux carrières autorisées au réaménagement (59 carrières en 2019) a été appréciée via la création d'isochrones spécifiquement créés pour l'étude autour de ces exutoires importants pour les matériaux et « déchets » générés par la construction. La matrice transport la plus récente disponible en interne à L'Institut a été utilisée (« Véhicules Particuliers 2017 », jour ouvré en semaine). Le temps en direction des ISDI et des carrières autorisées au remblaiement a été calculé en trois classes de distances : 15, 25 et 35 minutes.

Globalement, un site localisé à plus de 35 min par la route est considéré comme éloigné des ISDI et carrières autorisées au remblaiement et sera donc plus propice qu'un site à moins de 15 min à l'implantation d'activités de l'économie circulaire. Les ISDI et les carrières ont été considérées in fine sans distinction, toutes les deux en tant qu'exutoire pour traiter les déchets de chantier.

### **3. Méthode de notation pour estimer le potentiel des sites**

Pour estimer le gisement de foncier mobilisable sur le territoire métropolitain et évaluer son potentiel, l'étude prévoyait de mobiliser la base de données Evumos de L'Institut Paris Region. A noter que, au moment du démarrage de la mission, le dernier millésime de cette base de données date de 2017 ce qui est à la fois récent et ancien quand on considère les dynamiques d'aménagement franciliennes. Parallèlement au démarrage de l'étude au premier semestre 2021, L'Institut Paris Region a engagé un travail de recensement des friches en Île-de-France, notamment sur la base d'une approche collaborative<sup>37</sup>. Les éléments stabilisés de ce travail ont été utilisés dans le cadre de la mission, bien qu'il soit important de garder à l'esprit que la connaissance

---

<sup>37</sup> Voir notamment Delaville, D. et al. (2021). « Requalifier les friches : un enjeu majeur de l'aménagement durable francilien », Note rapide n°929, [en ligne ici](#)

des espaces considérés comme des friches évolue au fil de l'eau dans le cadre des travaux menés par ailleurs par L'Institut<sup>38</sup>.

Les données de départ, les sites possibles dont le potentiel à être mobilisé pour développer l'économie circulaire dans la construction donc, sont indiqués ci-dessous. Ce sont environ 800 sites qui constituaient la donnée d'entrée, le « gisement brut » théorique de foncier sous-aménagé qu'il est possible de qualifier de « friche » sur la Métropole du Grand Paris.

A ces sites potentiels, les sites inférieurs à 1 000 m<sup>2</sup> de surfaces ont été retirés. Les sites qui se trouvent complètement dans ou dans un projet d'aménagement existant ont aussi été mis de côté, pour des raisons de cohérence avec le travail mené par ailleurs par l'APUR. De façon plus ponctuelle, d'autres sites ont été sortis du travail du fait de « doublons », ou de géométries de polygones parfois trop difficiles à évaluer. Au final, ces choix représentent plus de 360 sites retirés du gisement brut. **Le gisement « net » s'élève ainsi à 404 sites.**

Classe de surface	Intégration dans l'étude
XS = sites > 500 m <sup>2</sup>	<b>Non retenue</b> car surface inadaptée aux usages considérés dans l'étude
S = sites de 1 000 à 3 000 m <sup>2</sup>	Retenue
M = sites de 3 000 à 5 000 m <sup>2</sup>	Retenue
L = sites de 5 000 à 10 000 m <sup>2</sup>	Retenue
XL = sites de 10 000 à 50 000 m <sup>2</sup>	Retenue
XXL = sites de 50 000 à 100 000 m <sup>2</sup>	Retenue
XXXL = sites > 100 000 m <sup>2</sup>	Retenue

Afin de qualifier le potentiel d'un site à être mobilisé pour implanter une ou des activités de l'économie circulaire, un système de notation (« scoring ») a été mis en place à partir des onze critères retenus pour l'étude.

Les critères identifiés ont été appréciés selon leur niveau d'importance au regard des informations contenues dans la littérature existante, mais aussi des informations recueillies dans le cadre de l'étude (entretiens et ateliers). A cela s'ajoute, la fiabilité des données utilisées pour l'étude qui façonne aussi la capacité d'un critère à être priorisé plutôt qu'un autre. Le poids en % dans le score final du site a été calibré en conséquence : 2/3 de la note finale des sites identifiés sont liés à une famille de critères essentiels sur l'environnement de l'espace considéré ; 20% de la note est liée à des critères « bonus » (non structurants, mais intéressants) de l'accessibilité fluviale et du niveau de protection du site au regard de la biodiversité ; le reste de la notation (environ 14%) est liée à l'écosystème dans lequel le site possible est implanté (éloignement des exutoires pour déchets inertes et les terres, présence ou non d'acteurs ou installations qui font déjà de l'économie circulaire...).

<sup>38</sup> Pour plus d'informations voir la page web « Observatoire des friches franciliennes », Institut Paris Region, Novembre 2021, [en ligne ici](#)

Critère	Définition du critère	Importance	Poids en % dans le score final du site
Densite_Pop	Nombre d'habitant dans un rayon de 100 mètres des sites		66% de la note
Etablissements_sensibles	Nombre d'établissements de santé et d'enseignements selon différentes distances		
SAE	Présence ou non du site en Site d'Activités Economique		
PLU	Présence du site en Zone U ou AU ; A ou N du PLU local		
Acces_routier	Desserte ou non du site par un tronçon de l'espace public (rue, route, chemin)		
Prox Chant	Nombre de projets d'aménagement à proximité des sites selon différentes distances		
Voie_nav	Localisation du site à proximité ou non d'une voie navigable selon différentes classes de distances		20% de la note
Protec_Biodiv_forte	Présence ou non du site dans un espace fortement protégé au titre de la biodiversité		≈ 14 % de la note
Concurrents	Nombre de concurrents à proximité des sites selon différentes distances		
Partenaires	Nombre de partenaires à proximité des sites selon différentes distances		
Eloignement_lnerge	Nombre d'ISDI ou de carrières autorisées au remblaiement à proximité des sites selon différentes distances		

