

# Etude de métabolisme territorial à l'échelle du territoire de Rennes Métropole

Phase 1 - Connaissance et modélisation du métabolisme de Rennes Métropole



2022

Document destiné à Rennes Métropole



Statut : Mandataire  
Expertise : Etude du métabolisme territorial  
Rôle : Mandataire et expert pour l'étude du métabolisme territorial

---



Statut : Sous-traitant  
Expertise : Economie circulaire dans la construction  
Rôle : Apport d'expertise en stratégie d'économie circulaire

<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE DE METABOLISME</b>	<b>4</b>
<b>1. ESTIMATION DES STOCKS ET DES FLUX A L'ECHELLE DU TERRITOIRE</b>	<b>7</b>
<b>1.1. Méthode d'estimation des stocks et flux à l'échelle territoire</b>	<b>7</b>
1.1.1. Principe méthodologique	7
1.1.2. Modélisation des stocks de matériaux situés dans les bâtiments et le réseau routier	10
1.1.3. Modélisation des flux	20
<b>1.2. Résultats de l'estimation des stocks et flux à l'échelle du territoire</b>	<b>35</b>
1.2.1. Stocks de matériaux présents en 2020	35
1.2.2. Diagnostic des flux de matériaux de construction et déchets de chantiers	39
1.2.3. Projection des flux de matériaux de construction et déchets de chantiers de 2020 à 2030	46
<b>1.3. Perspectives ouvertes par l'étude des stocks et flux</b>	<b>50</b>
1.3.1. Une étude du métabolisme à poursuivre	50
1.3.2. Une prise en compte des flux dans la planification urbaine à construire	51
<b>2. ETUDE DE 6 SECTEURS</b>	<b>53</b>
<b>2.1. Méthode d'étude des secteurs</b>	<b>53</b>
2.1.1. Choix des secteurs et collecte de données	53
2.1.2. Méthode de réalisation des audits	57
2.1.3. Intégration des données des audits et estimation des flux sortants et entrants	62
<b>2.2. Résultats de l'étude des secteurs</b>	<b>65</b>
2.2.1. Résultats synthétiques par secteur	65
2.2.2. Synthèse de l'estimation des flux sur l'ensemble des secteurs	83
2.2.3. Premiers éléments d'analyse du potentiel de valorisation	88
2.2.4. Conclusion de l'étude des secteurs	91
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>92</b>

## Contexte et objectifs de l'étude de métabolisme

### L'économie circulaire comme réponse aux enjeux de la construction

Les matériaux de construction sont les premières matières consommées par l'humanité après l'eau tandis que les déchets de chantiers constituent les premiers déchets solides (Krausmann *et al.*, 2017). C'est notamment le cas de la France où les granulats (sables et graviers) dominent dans la consommation de matières en 2014 (CGDD-SDES, 2021) et où les déchets de chantiers sont majoritaires (ADEME, 2020).

Le développement et le renouvellement des villes requièrent une utilisation de ressources qui génère des impacts environnementaux, en contribuant notamment au réchauffement climatique. Certaines ressources, comme le cuivre à l'échelle mondiale ou le sable à une échelle locale, sont en cours d'épuisement et d'autres connaissent une forte volatilité des coûts ou présentent des risques de rupture d'approvisionnement. De plus, la gestion des déchets de chantiers transforme les paysages et génère, de même que la production de matériaux, conflits d'usages des sols et impacts environnementaux.

Afin de chercher une réponse à ces enjeux, le secteur de la construction fait l'objet depuis une dizaine d'années d'un fort développement de démarches d'économie circulaire. La construction l'un des cinq secteurs prioritaires définis par la Commission européenne (2019) pour le plan d'action européen en faveur d'une économie circulaire. Plusieurs pays membres de l'Union européenne ont défini des politiques d'économie circulaire visant ce secteur, et notamment la France avec la feuille de route pour l'économie circulaire publiée en 2018 puis la loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire de 2020. Des stratégies locales sont également mises en œuvre par des collectivités.

### Rennes Métropole : le défi d'un modèle innovant de ville archipel

La Métropole de Rennes est un territoire pionnier en France dans la mise en œuvre de démarches environnementales dans l'aménagement et la construction. Le schéma directeur de Rennes réalisé en 1958 visait une urbanisation du territoire préservant des espaces naturels de qualité. La collectivité a adopté en 1995 la charte Cité Vie afin d'intégrer la protection de l'environnement et la maîtrise de l'énergie au sein de sa stratégie de développement urbain. Rennes a été l'une des premières collectivités à réaliser une étude AEU®, approche environnementale sur l'urbanisme, en 1994 lors de la conception du projet Beauregard. De par la démarche adoptée dans ce projet, avec notamment la création de cahiers de prescriptions architecturales, paysagères et environnementales, et des réalisations visant notamment la récupération des eaux pluviales, Beauregard constitue l'un des premiers écoquartiers aménagés en France.

Aujourd'hui, avec le modèle urbain de la ville archipel, Rennes Métropole vise une urbanisation soucieuse de la préservation d'espaces non bâtis, pouvant accueillir notamment des activités agricoles. Il s'agit d'encadrer l'extension des espaces urbanisés et de favoriser le renouvellement urbain en densifiant l'espace bâti au sein de certains quartiers. L'application de ce modèle est un vrai défi dans un contexte de forte croissance démographique. Ceci

implique une forte production de logements au sein de l'espace urbanisé et par conséquent la démolition de certains bâtiments.

Le territoire se retrouve par conséquent confronté au risque observé également en Ile-de-France d'un renouvellement urbain consommant d'importantes ressources primaires et générant de forts flux de déchets de chantiers de par les opérations de démolition-reconstruction et la création d'espaces en sous-sols source de terres excavées (Augiseau et Kim, 2021b). Un tel renouvellement urbain pourrait accentuer les échanges de flux entre l'espace urbanisé et son environnement et susciter des conflits d'usages des sols autour des activités extractives (carrières, sites de production de matériaux) et des installations de gestion des déchets, notamment de stockage.

### Connaitre le métabolisme pour mettre en œuvre une stratégie d'économie circulaire ambitieuse

La Stratégie Économie Circulaire que la collectivité a commencé à élaborer en 2020 vise à répondre aux enjeux présentés dans le point précédent. La collectivité a réalisé un diagnostic interne afin d'établir un état des lieux des actions déjà réalisées et d'évaluer la performance de la collectivité en matière d'économie circulaire.

Rennes Métropole souhaite aujourd'hui se doter d'une meilleure connaissance du métabolisme territorial lié à l'aménagement du territoire. Le diagnostic externe qui fait l'objet de la présente étude permettra d'identifier, avec le diagnostic interne, les politiques à développer afin de permettre la transition vers une économie circulaire sur le territoire dans le cadre d'une stratégie qui sera définie en 2022. Cette stratégie devra s'articuler avec les politiques sectorielles et notamment les politiques économie et urbanisme.

La présente étude du métabolisme a été lancée en septembre 2021 et s'achèvera en juillet 2022. Elle vise à quantifier, qualifier et localiser les flux de matériaux et terres actuels et futurs liés à l'aménagement et à la construction. Il s'agit dans le diagnostic de :

- Quantifier et qualifier les stocks actuels de matériaux présents dans les ouvrages (bâtiments et réseaux) à l'échelle du territoire ;
- Quantifier et qualifier les flux (matériaux et déchets) liés aux chantiers bâtiment (construction, réhabilitation ou démolition) et travaux publics à l'échelle du territoire ;
- Quantifier et qualifier les flux de terres liés aux chantiers de construction de bâtiments, de TP, de développement et réfection-maintenance de réseaux à l'échelle du territoire.

Ce diagnostic est complété par une projection des flux de 2020 à 2030 afin de :

- Quantifier, spatialiser et qualifier les consommations (matériaux et terres) liées aux chantiers bâtiment (construction, réhabilitation ou démolition) et travaux publics pour l'ensemble du territoire ;
- Quantifier, spatialiser et qualifier les gisements futurs de matériaux présents dans les ouvrages et déblais pour l'ensemble du territoire ;
- Quantifier et qualifier les consommations (matériaux et terres) et gisements pour 6 secteurs.

Le diagnostic et la projection des flux permettront lors de la phase 2 de l'étude de :

- Définir des objectifs réalistes et ambitieux en matière d'économie circulaire dans le BTP ;
- Faciliter l'identification de secteurs opérationnels à fort enjeu sur lesquels lancer des programmes pilotes ;
- Mobiliser les acteurs du territoire pour les entraîner vers l'économie circulaire, en leur présentant les données et indicateurs issus de l'étude.

Par ailleurs, les données produites dans le cadre de l'étude de métabolisme seront diffusées en ligne au travers de l'outil de visualisation de données géolocalisées sur les ressources que développe CitéSource dans le cadre de l'appel à projets pilotes RUDI (projet MetaData qui s'achèvera en septembre 2022).

## 1. Estimation des stocks et des flux à l'échelle du territoire

### 1.1. Méthode d'estimation des stocks et flux à l'échelle territoire

#### 1.1.1. Principe méthodologique

L'étude réalisée à l'échelle du territoire de Rennes Métropole vise à estimer 3 éléments :

- **le stock** : matériaux de construction aujourd'hui présents dans les bâtiments et le réseau routier ; le stock résulte des consommations passées et son étude permet d'analyser ces dernières ; il représente également de futures ressources potentielles pour les chantiers, une partie des matériaux présents dans le stock pouvant en sortir demain lors de la réhabilitation/réfection ou démolition d'ouvrages (ressources dites secondaires ou anthropiques) ;
- **les flux entrants** : consommation de matériaux générée par les chantiers étudiés ; inclut sans différenciation des matériaux « neufs » issus de ressources naturelles et des matériaux issus d'une valorisation de déchets (réemploi, réutilisation, recyclage) ;
- **les flux sortants** : potentiels déchets générés par les chantiers étudiés ; une partie de ces potentiels déchets peut faire l'objet d'un réemploi sur le chantier ou par la même entreprise et ne pas acquérir le statut réglementaire de déchets ; aussi, les flux sortants estimés sont parfois supérieurs aux déchets réellement générés.

Afin de réaliser ces estimations, cette étude s'appuie sur des données locales géolocalisées sur le bâti et sur les chantiers. Ainsi que le montre la figure 1, il s'agit de convertir les dimensions des ouvrages bâtis (volumes, surfaces ou linéaires) en masse par l'intermédiaire de densités en matériaux (kg/m<sup>2</sup> par exemple).

La structure et composition en matériaux de chaque ouvrage bâti ne peut être déterminée à une échelle urbaine de par la très grande variété des modes constructifs. Ceci implique donc de regrouper les ouvrages par ensembles (types) que l'on considère être de composition semblable. Ces types sont définis en croisant différents critères, tels que la période de construction pour les bâtiments. Cette méthode permet de réaliser une estimation cohérente à l'échelle urbaine. Pour affiner l'estimation à l'échelle d'un quartier ou bâtiment, des diagnostics de terrain sont réalisés.

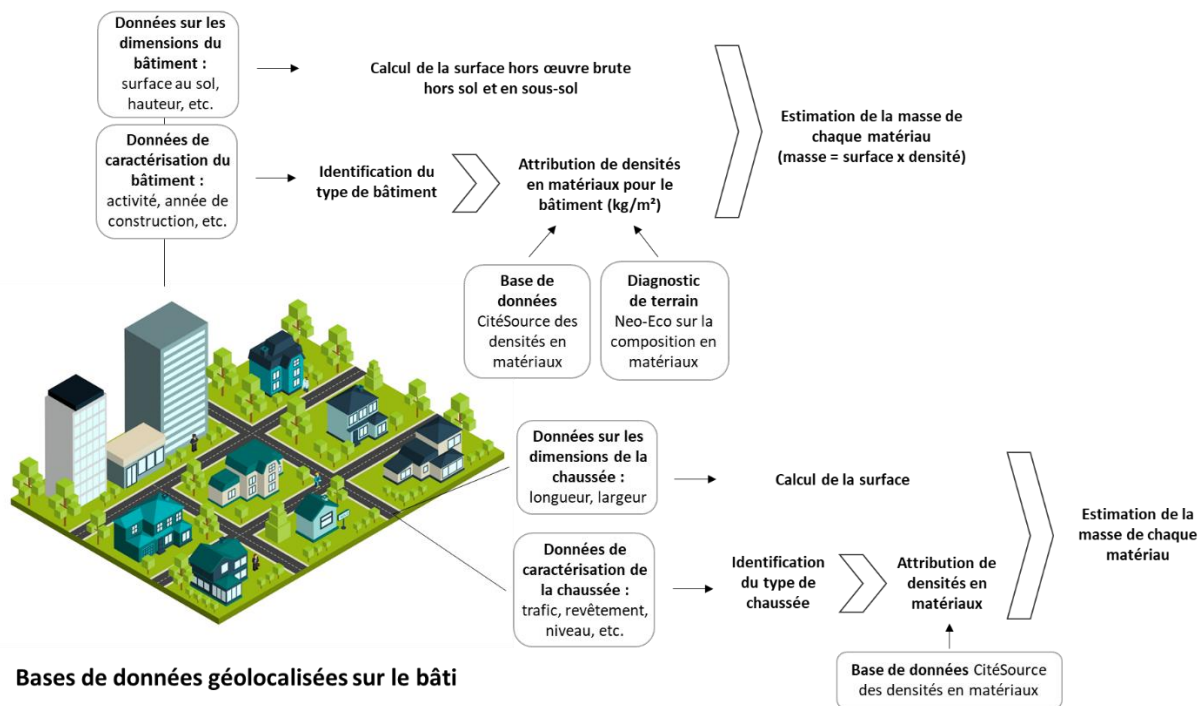


Figure 1.1. Principe de l'estimation des stocks de matériaux dans Rennes Métropole

Source : cette étude (CitéSource)

L'estimation des flux (consommations et déchets potentiels) s'appuie également sur des données sur les surfaces ou linéaires de bâtiments et réseaux développés (construits), renouvelés (réhabilités) ou démolis durant la période d'étude. Selon les données disponibles, deux approches sont utilisées pour estimer les dimensions des ouvrages bâtis construits, renouvelés ou démolis :

- une estimation en valeur absolue lorsque des données indiquent par exemple les linéaires de chaussées ayant fait l'objet d'une réfection durant la période étudiée ;
- à défaut de telles données, une estimation à partir d'un taux, par exemple un taux d'extension moyen annuel des voies routières locales appliqué aux linéaires de chaussées présentes.

Cette approche méthodologique présente l'avantage de pouvoir estimer et localiser des masses par ouvrage bâti et matériau. Elle requiert néanmoins de nombreuses données dont la qualité et l'exhaustivité sont variables, ce qui est source d'incertitude. Les résultats sont donc à interpréter avec précaution.

D'autres approches peuvent compléter l'estimation réalisée ici : une enquête auprès des entreprises du bâtiment et des travaux publics sur leur consommation de matériaux et production de déchets, une enquête auprès des entreprises produisant des matériaux ou collectant ou traitant des déchets, ou encore un bilan de flux de matières.



Les deux premières approches sont notamment réalisées par le réseaux des Cellules Economiques Régionales pour la Construction (CERC) et les Régions lors de l'élaboration de plans régionaux de prévention et gestion des déchets (PRPGD). Ainsi que le montre le tableau ci-dessous, chaque approche présente des limites. Aussi, il est souvent intéressant de les croiser afin de fournir une information plus fiable et plus complète.

Tableau 1.1.1. Approches méthodologiques pour l'estimation des flux de matériaux de construction et déchets de chantiers d'un territoire

Approche et exemple d'application	Principe	Limites en termes d'application	Limites en termes de résultats
<p><b>Modélisation des flux</b> à partir de données géolocalisées sur le bâti et les chantiers</p> <p>Cette étude, étude des flux de matériaux pour la Métropole du Grand Paris par CitéSource</p>	Récolte et traitement de données sur les caractéristiques et dimensions des bâtiments et réseaux présents, construits, démolis et renouvelés, puis conversion en masse	Dépend de la disponibilité et qualité des données sur le bâti et les chantiers	Flux parfois non couverts par manque de données
<p><b>Enquête auprès d'entreprises du bâtiment et des travaux publics</b></p> <p>Etudes sur les déchets de chantiers par les Cellules Economiques Régionales pour la Construction (CERC)</p>	Enquête sur les déchets produits par un échantillon d'entreprises, extrapolation par chiffre d'affaires ou nombre d'employés des entreprises enregistrées sur le territoire	Implique la collaboration des entreprises enquêtées, difficulté pour constituer un échantillon représentatif	Flux parfois non couverts par manque de données  Flux distingués par secteur d'activité et non par type de chantiers (par exemple matériaux excavés reliés uniquement aux travaux publics même lorsqu'ils sont générés par la construction de bâtiments)
<p><b>Enquête auprès de producteurs de matériaux et de gestionnaires de déchets</b></p> <p>Etudes réalisées lors de l'élaboration de plans régionaux de prévention et gestion des déchets (PRPGD)</p>	Enquête sur les flux reçus et/ou traités par des installations	Implique la collaboration des entreprises enquêtées	Importations ou exportations partiellement couvertes  Manque de précision sur l'origine et la destination des flux, sur les types de chantiers qui les génèrent et sur les matériaux (déchets reçus en mélange et de nature indéterminée par exemple)
<p><b>Bilan de flux de matières</b> selon la méthode Eurostat ou CGDD (2014)</p> <p>Etudes des flux de matériaux à Paris et pour la Métropole du Grand Paris par CitéSource</p>	Récolte et traitement de données sur l'extraction, l'importation, l'exportation, la génération et gestion de déchets	Dépend de la disponibilité et qualité des données (en particulier sur le transport de marchandises)	Flux par grande catégorie de matériaux  Résultats parfois imprécis à une échelle urbaine

Source : cette étude

## 1.1.2. Modélisation des stocks de matériaux situés dans les bâtiments et le réseau routier

### a. Stocks situés dans les bâtiments

#### Sources de données et traitement réalisé

Afin de valoriser la richesse des bases de données géolocalisées sur le bâti produites ou gérées par Rennes Métropole et ses partenaires dont l'AUDIAR, cette étude a veillé à utiliser le plus possible de données locales. Un recensement large des données sur le bâti et les chantiers diffusées sur la plateforme open data de Rennes Métropole (<https://data.rennesmetropole.fr/>) et le catalogue SIG public Rennes Métropole (<https://public.sig.rennesmetropole.fr/>) a été réalisé en septembre 2021 par CitéSource.

Ce recensement a été complété lors d'un échange en octobre 2021 avec Frédéric Chauvin et Stéphane Gélin du Service Information Géographique de Rennes Métropole que nous remercions. Cet échange a permis d'identifier des bases de données non diffusées ni mentionnées en ligne. A l'issue de cet échange, les données suivantes ont été sélectionnées pour l'étude des stocks.

Tableau 1.1.2. Sources de données utilisées

Source de données (producteur)	Année et échelle spatiale	Information utilisée
Référentiel bâtiment (Rennes Métropole - Service Information Géographique)	Année : révisé le 1/12/2020, données sur Rennes mises à jour en continu à partir des permis de construire à l'ouverture des chantiers, hors Rennes données issues d'une restitution photogrammétrique datant de 2011 puis actualisées en 2014. Echelle : emprise bâtie (Rennes : bâtiments d'une superficie au sol supérieure à 30 m <sup>2</sup> pour actualisation selon permis), résolution 0,5 m	Géométrie de l'emprise au sol du bâtiment pour restitution des résultats en format SIG, identifiant du bâtiment
Constructions bâties (Rennes Métropole - Service Information Géographique)	Année : révisé le 8/10/2020, mis à jour idem Référentiel bâtiment (continu pour Rennes et selon bases topographiques et orthophotographiques les plus à jour hors Rennes). Echelle : emprise bâtie issue de référentiel bâtiment avec différence de hauteur supérieure ou égale à 30 cm, résolution 0,5 m	Surface au sol et hauteur à l'égout du toit (base de la toiture), identifiant du bâtiment (commun à Référentiel bâtiment)
Référentiel bâtiment sur Rennes Métropole : enrichissement via la matrice foncière (Rennes Métropole - Service Information Géographique)	Année : croisement de référentiel bâtiment (2020 pour Rennes, 2014 hors Rennes) avec fichiers fonciers de l'année 2021 (1 <sup>er</sup> janvier) Echelle : distance de résolution 10 m	Année de construction du bâtiment, identifiant du bâtiment (commun à Référentiel bâtiment)
Ilots morphologiques urbains (AUDIAR)	Année : 2020 (révision le 3/12/2020), mis à jour tous les 2 à 5 ans. Echelle : ilots, distance de résolution 25 m	Activité de l'îlot dans lequel se situe un bâtiment, années de construction minimale et maximale de l'îlot dans lequel se situe un bâtiment

Source : cette étude

Les données ont été traitées selon **4 grandes étapes** :

1. Ajout de données à chaque bâtiment de la couche Référentiel bâtiment
2. Attribution d'un type à chaque bâtiment de la couche Référentiel bâtiment complétée
3. Estimation des surfaces hors œuvre brutes (SHOB) de chaque bâtiment
4. Calcul des masses de matériaux par bâtiment

**1. Ajout de données à chaque bâtiment de la couche Référentiel bâtiment :**

- Jointure avec couche *Référentiel bâtiment sur Rennes Métropole : enrichissement via la matrice foncière* par identifiant du bâtiment ;
- Croisement avec la couche *Ilots morphologiques urbains*.

**2. Attribution d'un type à chaque bâtiment de la couche Référentiel bâtiment complétée :**

- Croisement d'informations sur l'usage du bâtiment et sur l'année puis période de construction<sup>1</sup> ;
- Usage du bâtiment : selon la couche *Ilots morphologiques urbains* ;
- Année puis période de construction : selon *Référentiel bâtiment sur Rennes Métropole : enrichissement via la matrice foncière* si année renseignée, non nulle et cohérente (supérieure à 1250), à défaut selon année min et année max par îlot selon la couche *Ilots morphologiques urbains* si les deux années se situent dans la même période définie pour cette étude<sup>2</sup>.

Les bâtiments situés dans un îlot d'usage « Non bâti » ou « En cours d'aménagement » selon la base IMU ne sont pas pris en compte. Ces bâtiments représentent 1 % en nombre de même qu'en surface au sol de l'ensemble des bâtiments. A l'exception de ces bâtiments, 21 % du nombre de bâtiments enregistrés dans la base Référentiel bâtiment, qui représentent 12 % de l'ensemble des surfaces au sol des bâtiments, ne peuvent se voir attribuer un type. Il s'agit de bâtiments d'une surface au sol moyenne de 119 m<sup>2</sup>. En considérant qu'ils représentent une surface relativement faible dans l'ensemble du bâti et que la complétion des données manquantes serait source d'incertitude, ces bâtiments ne sont pas pris en compte dans cette étude.

---

<sup>1</sup> L'information sur le matériau de structure selon *Référentiel bâtiment sur Rennes Métropole : enrichissement via la matrice foncière* aurait pu être utilisée. Cependant, pour les périodes de construction plus récentes, les modes constructifs sont homogènes avec un recours à des matériaux de structure comme la brique et le bois marginal. Les matériaux de toitures sont également homogènes, avec une forte utilisation de l'ardoise, à l'exception de grands immeubles construits dans les années 1950-1970. Par ailleurs, une analyse des données sur quelques bâtiments anciens en structure bois du centre de Rennes (dont Place des Lices) a montré que l'information est très hétérogène et souvent erronée. Nous avons donc fait le choix de distinguer les bâtiments construits avant et après 1750, en faisant l'hypothèse que les bâtiments construits avant 1750 sont en structure bois et murs en torchis (terre et paille).

<sup>2</sup> 80 % des bâtiments de la couche Référentiel bâtiment sur Rennes Métropole : enrichissement via la matrice foncière n'ont pas d'information sur l'année de construction.

### 3. Estimation des surfaces hors œuvre brutes (SHOB) de chaque bâtiment

- Croisement avec la couche *Constructions bâties* qui contient l'information sur la hauteur de chaque emprise (différence de hauteur supérieure ou égale à 30 cm) par identifiant du bâtiment ;
- Calcul du nombre de niveaux à partir de la hauteur moyenne de chaque type de bâtiment ; seules les constructions de la base *Constructions bâties* ayant une hauteur supérieure ou égale à 2 mètres sont prises en compte, en faisant l'hypothèse que les autres constructions sont de structure légère (par exemple préau) ; 96 % des surfaces au sol de constructions de la base *Constructions bâties* sont ainsi prises en compte ;
- Calcul de la SHOB (surface au sol multipliée par le nombre de niveaux).

### 4. Calcul des masses de matériaux par bâtiment

- Somme des SHOB et surface au sol par bâtiment ;
- Calcul des masses par matériau pour chaque bâtiment selon les densités surfaciques définies pour le type de bâtiment correspondant.

### Typologie de bâtiments définie pour cette étude

Une typologie de bâtiments est définie spécifiquement pour cette étude à partir des travaux de recherche initiés dans Augiseau (2017) et en s'appuyant au mieux sur les distinctions des usages de bâtiments que permet de réaliser la base IMU. Cette typologie vise également à être la plus cohérente possible avec celle de la base nationale Sit@del2 sur la construction neuve de bâtiments, afin de pouvoir lier l'estimation des surfaces construites et démolies selon cette étude (diagnostic et projection des flux) avec les surfaces construites annuellement enregistrées par commune dans Sit@del2.

Les densités en matériaux proviennent de la base de données constituée par CitéSource. Les densités ont été adaptées afin de prendre en compte la forte présence d'ardoise en toiture dans le bâti rennais. Ces densités sont cohérentes avec les estimations réalisées par Néo-Eco lors de l'audit de bâtiments à démolir ou réhabiliter sur 6 secteurs de Rennes Métropole.

En effet, les différences sont très minimes (moins de 2%) pour les types Bâtiment commercial et Bâtiment industriel. Elles sont un peu plus marquées (27 %) pour les bâtiments de type Bâtiment du secteur tertiaire et services 1975-2000 audités des secteurs Landes d'Apigné et Via Silva (voir détail dans tableaux 2.2.3 et 2.2.4). Ces bâtiments sont néanmoins hétérogènes, notamment en termes de parts des surfaces vitrées en façade. De même, une forte différence est observée pour le Bâtiment pour enseignement social santé 1914-1947 audité dans le secteur CHGR Strasbourg (voir détail dans tableaux 2.2.2) (66 %). Cependant, les modes constructifs des bâtiments construits avant les années 1950 varient fortement.

Aussi, du fait du faible échantillon de bâtiments audités et des différences dans l'ensemble faibles, aucun changement dans la composition des bâtiments n'a été apporté pour estimer les stocks et flux à l'échelle territoire. Les estimations à l'échelle quartier s'appuient néanmoins sur les compositions observées sur le terrain pour les bâtiments concernés par Neo-Eco.

Tableau 1.1.3. Typologie de bâtiments définie pour cette étude

Type	Période de construction distinguée	Usage_1 selon couche IMU	Usage_2 selon couche IMU	Type de la base Sit@del2 correspondant le mieux
Habitat individuel	pré 1750 1751-1913 1914-1947 1948-1974 1975-2000 post 2000	Logement individuel	/	Logement individuel
Habitat collectif	pré 1750 1751-1913 1914-1947 1948-1974 1975-2000 post 2000	Logement collectif	/	Logement collectif
Bâtiment du secteur tertiaire et services	pré 1750 1751-1913 1914-1947 1948-1974 1975-2000 post 2000		Autres activités économiques diffuses Parc d'activités tertiaires de bureau Autre équipement Lieu de culte	Bureaux, hébergement hôtelier
Bâtiment pour enseignement, social, santé	pré 1750 1751-1913 1914-1947 1948-1974 1975-2000 post 2000	/	Autre enseignement Enseignement primaire Enseignement secondaire Enseignement supérieur Sécurité et urgences (Défense, SDIS, gendarmerie, police nationale) Equipement de santé	Locaux de service public - enseignement recherche, action sociale, santé
Bâtiment sportif ou culturel	Aucune	/	Equipement sportif Equipement socio-culturel	Locaux de service public – culture loisirs
Bâtiment commercial	Aucune	/	Grands centres commerciaux et supermarchés	Locaux de commerce
Bâtiment logistique ou assimilé	Aucune	/	Equipement de transport Parc des expositions	Locaux de service public – transport, entrepôts
Bâtiment industriel	Aucune	/	Zones d'activités artisanales et industrielles	Locaux industriels, locaux d'artisanat, ouvrages spéciaux
Bâtiment agricole	Aucune	/	Autre bâtiment en zone agricole ou naturelle	Locaux agricoles

Source : cette étude

Tableau 1.1.4. Caractéristiques principales des types définis pour cette étude

Type	Matériaux de structure et toiture	Hauteur moyenne d'un niveau	Nombre moyen de niveaux en sous-sol	Masse totale des matériaux hors sol (kg/m <sup>2</sup> SHOB)	Masse totale des matériaux en sous-sol (kg/m <sup>2</sup> SHOB)
Habitat individuel pré 1750	Ossature bois et torchis ou brique, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3,2	0	1017	1457
Habitat individuel 1751-1913	Maçonnerie en pierre, charpente bois, toiture ardoise	3,2	0	1851	1457
Habitat individuel 1914-1947	Maçonnerie en pierre, charpente bois, toiture ardoise	2,9	0	1851	1457
Habitat individuel 1948-1974	Maçonnerie mixte pierre et bloc béton, charpente bois, toiture ardoise	2,9	0	1086	567
Habitat individuel 1975-2000	Plain-pied, maçonnerie bloc béton, charpente bois, toiture ardoise	2,8	0	1000	567
Habitat individuel post 2000	Maçonnerie en bloc béton, charpente bois, toiture ardoise	2,8	0	1440	567
Habitat collectif pré 1750	Ossature bois et torchis ou brique, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3,2	1	1017	1312
Habitat collectif 1751-1913	Maçonnerie en pierre, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3,2	1	1994	1312
Habitat collectif 1914-1947	Maçonnerie en pierre, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3,2	1	1987	1312
Habitat collectif 1948-1974	Structure points porteurs en béton armé - remplissage extérieur en maçonnerie, toiture terrasse	2,8	1	1738	1590
Habitat collectif 1975-2000	Structure voile en béton, toiture terrasse	2,8	1	1410	1590
Habitat collectif post 2000	Structure voile en béton, toiture terrasse	2,8	1	1693	1590
Bâtiment du secteur tertiaire et services pré 1750	Ossature bois et torchis ou brique, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3,2	1	1017	1312
Bâtiment du secteur tertiaire et services 1751-1913	Maçonnerie en pierre, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3,2	1	1994	1312

Bâtiment du secteur tertiaire et services 1914-1947	Maçonnerie en pierre, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3	1	1581	1312
Bâtiment du secteur tertiaire et services 1948-1974	Structure points porteurs en béton armé - remplissage extérieur en maçonnerie, toiture terrasse	2,8	1	1738	1590
Bâtiment du secteur tertiaire et services 1975-2000	Structure voile en béton, toiture terrasse	2,8	1	1410	1590
Bâtiment du secteur tertiaire et services post 2000	Voile béton, toiture terrasse	2,8	1	1492	1590
Bâtiment pour enseignement social santé pré 1750	Ossature bois et torchis ou brique, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3,2	1	1017	1312
Bâtiment pour enseignement social santé 1751-1913	Maçonnerie en pierre, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3,2	1	1994	1312
Bâtiment pour enseignement social santé 1914-1947	Maçonnerie en pierre, planchers et charpentes en bois, toiture ardoise	3	1	1581	1312
Bâtiment pour enseignement social santé 1948-1974	Structure points porteurs en béton armé - remplissage extérieur en maçonnerie, toiture terrasse	2,8	1	1738	1590
Bâtiment pour enseignement social santé 1975-2000	Structure voile en béton, toiture terrasse	2,8	1	1410	1590
Bâtiment pour enseignement social santé post 2000	Voile béton, toiture terrasse	2,8	1	1492	1590
Bâtiment sportif ou culturel	Plain-pied, structure métallique, bardage et couverture acier laqué	/ (plain-pied)	0	484	/
Bâtiment commercial	Plain-pied, structure métallique, bardage et couverture acier laqué	/ (plain-pied)	0	484	/
Bâtiment logistique ou assimilé	Plain-pied, structure métallique, bardage et couverture acier laqué	/ (plain-pied)	0	484	/
Bâtiment industriel	Plain-pied, structure métallique, bardage acier, toiture terrasse	/ (plain-pied)	0	522	/
Bâtiment agricole	Plain-pied, structure métallique, bardage acier, toiture terrasse	/ (plain-pied)	0	522	/

Source : cette étude

## b. Stocks situés dans le réseau routier

### Sources de données et traitement réalisé

Tableau 1.1.5. Sources de données utilisées

Source de données (producteur)	Année et échelle spatiale	Information utilisée
Tronçons de voies du référentiel voies et adresses de Rennes Métropole (Rennes Métropole - Service Information Géographique)	Année : décembre 2021 (traitement de données) Echelle : tronçon routier	Géométrie des tronçons routiers, hiérarchie des voies, mode de circulation, niveau par rapport au sol, identifiants du tronçon et de la voie
Diagnostic voirie 2016-2018 : (Rennes Métropole - Service Information Géographique et Direction de la Voirie)	Année : février 2021 Echelle : tronçon routier, distance de résolution de 2 m	Largeur de chaussée (estimation visuelle par un relevé à pied en zone agglomérée et en voiture hors agglomération) et nature du revêtement
Programmation générale des travaux de voirie sur Rennes Métropole (Rennes Métropole - Service Information Géographique et Direction de la Voirie)	Année : juillet 2020, mise à jour biannuelle Echelle : tronçon routier, distance de résolution de 10 m	Objet des travaux, date de début, linéaire concerné par les travaux, identifiant de la voie

Source : cette étude

Les stocks de matériaux présents dans le réseau routier sont estimés en croisant deux sources : *Tronçons de voies du référentiel voies et adresses* et *Diagnostic voirie 2016-2018*. La première apporte une information vectorielle sur les voies par type (hiérarchie selon 6 niveaux), mode de circulation et niveau par rapport au sol. Par simplification, la géométrie particulière de certains éléments du réseau n'est pas prise en compte, par exemple pour les ronds-points où l'on considère uniquement la longueur des voies et non le terre-plein central. Par ailleurs, les matériaux composant les tunnels et ponts ne sont pas pris en compte ici.

La couche *Diagnostic voirie* apporte une information sur la largeur de certaines voies et permet de différencier certains revêtements de chaussées. Les deux couches de données SIG sont croisées. 61 % des linéaires reçoivent une information sur la largeur de la chaussée. Les largeurs manquantes sont ajoutées selon la largeur majoritaire par niveau de hiérarchie. L'information sur le mode de circulation est prise en compte pour les voies dont le niveau de hiérarchie est inconnu et dont le mode de circulation est mode doux. Ces voies représentent 22 % de la longueur totale du réseau routier. Pour ces voies, on fait donc l'hypothèse, à défaut de données, d'une largeur de 2 mètres. Les valeurs sont indiquées dans le tableau ci-après.



Tableau 1.1.6. Largeur correspondant au plus grand linéaire de voies par niveau de hiérarchie de réseau, Rennes Métropole, 2020, m et %

Niveau de hiérarchie et mode	Largeur (m)	Part des voies de cette largeur dans les linéaires totaux de voies de ce niveau de hiérarchie hors voies de largeur inconnue (%)
Réseau de desserte mode doux	2	/
Réseau de desserte hors mode doux	5	44
Réseau de distribution secondaire, tout mode	6	37
Réseau de distribution principale, tout mode	6	45
Réseau d'appui, tout mode	6	44
Réseau d'armature, tout mode	10	48
Réseau national, tout mode	6	26
Non défini	5	33

Source : voir texte

Par ailleurs, 60 % des linéaires de tronçons de la couche *Tronçons de voies du référentiel voies et adresses* ont une information issue de *Diagnostic voirie* sur la nature du revêtement de la chaussée. Le tableau ci-après montre la répartition des linéaires de tronçons routiers par hiérarchie et revêtement.

Tableau 1.1.7. Répartition des linéaires de tronçons routiers par hiérarchie et revêtement, Rennes Métropole, 2021, %

Niveau de hiérarchie	Enrobé	Enduit	Pavé	Béton	Non revêtue	Inconnu	Ensemble des matériaux
Réseau de desserte	42	28	0,5	0,1	0,5	29	100
Réseau de distribution secondaire	80	14	0,4	0,1	0	5	100
Réseau de distribution principale	35	5	0	0	0	59	100
Réseau d'appui	86	3	0,2	0	0	11	100
Réseau d'armature	44	2	0	0	0	54	100
Réseau national	29	4	0	0	0	67	100
Non défini	37	16	0	0	1	46	100
<b>Ensemble des chaussées</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

Source : voir texte

### **Typologie de chaussées routières définie pour cette étude**

Cinq types de chaussées sont définis en s'appuyant sur les études réalisées sur le cas de l'Ile-de-France (voir Augiseau, 2017) et en essayant de différencier au mieux les principales structures de chaussées. Ces types sont attribués à partir de la hiérarchie des voies selon *Tronçons de voies du référentiel voies et adresses* et du revêtement selon *Diagnostic voirie*. Les tronçons dont la hiérarchie est inconnue et de mode de circulation automobile ou mixte sont considérées comme des routes locales (Réseau de desserte et Réseau de distribution secondaire), les types correspondant représentant la grande majorité des linéaires connus, ainsi que le montre le tableau ci-après.

Trois types de revêtements sont considérés pour les voies locales, à défaut de données sur la composition moyenne des chaussées en enduit ou béton. Les voies dont le niveau de hiérarchie est inconnu et de mode doux sont considérées comme étant de structure similaire à trottoirs (béton recouvert d'enrobé). Pour les autres niveaux de hiérarchie, on considère que les chaussées sont en enrobés bitumineux, ce qui est cohérent au regard des revêtements connus et des exigences de trafic routier spécifiques à ces voies. Par ailleurs, pour les voies correspondant à des ponts (niveau par rapport au sol supérieur à 0), seules les masses situées dans les couches de liaison et de roulement sont prises en compte.

Tableau 1.1.8. Types de chaussées définis pour cette étude

Type de chaussée	Hiérarchie et mode de circulation selon Tronçons de voies du référentiel voies et adresses	Revêtement selon Diagnostic voirie	Part dans l'ensemble des linéaires (%)	Type correspondant dans Augiseau (2017)	Densité totale de matériaux (kg/m <sup>2</sup> ) (dont couches de liaison et roulement)
Route locale pour mode doux (béton et enrobé bitumineux)	Non défini et mode de circulation doux	Non pris en compte	22	Trottoir	268 (268)
Route locale non revêtue (couche de forme en tout-venant, couche d'assise en granulats non revêtus)	Réseau de desserte et Réseau de distribution secondaire et Non défini, hors mode doux	Absence de revêtement	0,4	Routes empierrées ou chemins	1 000 (0)
Route locale pavée (couche d'assise en béton, pavés posés sur sable, couche de roulement non revêtue d'enrobé)	Réseau de desserte et Réseau de distribution secondaire et Non défini, hors mode doux	Pavé	0,3	Routes locales en pavés échantillon non revêtus	1 589 (582)
Route locale en enrobé bitumineux	Réseau de desserte et Réseau de distribution secondaire et Non défini, hors mode doux	Autres (enrobés, enduit, béton, inconnu)	57	Routes locales (enrobés)	1 660 (360)
Route régionale ou principale (en enrobé bitumineux)	Réseau de distribution principale et Réseau d'appui et Réseau d'armature, tout mode	Tous les revêtements	26	Routes régionales et principales	2 240 (360)
Route du réseau national (en enrobé bitumineux)	Réseau national, tout mode	Tous les revêtements	5	Autoroutes	2 920 (480)

Source : cette étude

### 1.1.3. Modélisation des flux

#### a. Périmètre et période distinguées

Le périmètre des flux estimés et les périodes distinguées sont définis selon les données disponibles sur les chantiers liés au bâtiment et au réseau routier.

Les flux pris en compte sont les suivants :

- construction de bâtiments (matériaux mis en œuvre et déblais – terres, matériaux excavés) ;
- démolition de bâtiments (matériaux issus des ouvrages démolis pouvant constituer de potentiels déchets et être ensuite valorisés ou donner lieu à un réemploi) ;
- réhabilitation lourde de logements (éléments non structurels retirés d'un bâtiment et pouvant constituer des déchets, matériaux mis en œuvre) ;
- réhabilitation énergétique de logements (éléments non structurels retirés d'un bâtiment et pouvant constituer des déchets, matériaux mis en œuvre) ;
- développement du réseau de routes locales (matériaux mis en œuvre et déblais – terres, matériaux excavés) ;
- renouvellement/réfection du réseau routier (matériaux de la couche de roulement retirés, matériaux mis en œuvre).

**4 périodes** sont distinguées pour l'estimation des flux :

- **diagnostic de 2017 à 2019** (inclus) : période la plus récente pour laquelle des données consolidées sont disponibles ;
- **projection de 2020 à 2022** (inclus) : période comprenant les années de réalisation de cette étude (2021 et 2022), pour laquelle peu de données consolidées sont disponibles et correspondant à la fin du Programme Local de l'Habitat de Rennes Métropole (PLH) en cours (2015 à 2022 inclus) ;
- **projection de 2023 à 2025** (inclus) : période concernée par les objectifs de construction de logements du nouveau PLH (2023 à 2030 inclus), pour laquelle des données transmises par Rennes Métropole en termes d'objectifs de réhabilitation lourde de logements sont disponibles, et concernée par les objectifs de réhabilitation énergétique du Plan Climat de Rennes Métropole ;
- **projection de 2026 à 2030** (inclus) : idem période précédente mais sans données disponibles sur la réhabilitation lourde de logements.

## b. Modélisation des flux de matériaux mis en œuvre lors de la construction de bâtiments

Les flux liés à la construction sont estimés avec le modèle développé par CitéSource et utilisé notamment sur le cas de la Métropole du Grand Paris, en calculant tout d'abord les surfaces construites par type de bâtiments puis en convertissant ces surfaces en masse. Le calcul des surfaces est réalisé en deux étapes : estimation des surfaces de logements, puis de celles des locaux d'activité.

Pour l'estimation des flux, les sources de données propres à la métropole de Rennes ont été complétées par des données disponibles pour toute la France : les fichiers fonciers (MAJIC, FILOCOM) de la Direction Générale des Finances Publiques (DGFIP). Ces données indiquent notamment la surface de chaque logement ou local d'activité présent au 1<sup>er</sup> janvier de l'année concernée. Les surfaces sont comptabilisées selon une méthode spécifique à ces données et sont dénommées « surfaces réelles ». Ce mode de mesure engendre une estimation généralement inférieure à la surface plancher utilisée lors des permis de construire et dans les statistiques sur la construction.

Pour estimer les surfaces de logements construites, les paramètres suivants sont utilisés :

- **nombre total de logements construits ou à construire** par commune ou niveau d'armature urbaine du SCOT ;
- **répartition entre logements collectifs et individuels** par commune ou niveau d'armature urbaine du SCOT observée selon les données de la base Sit@del2 (logements commencés date réelle), entre le 01/01/2016 et le 31/12/2018 pour le diagnostic et entre le 01/01/2015 et le 31/12/2019 pour les projections ;
- **surface réelle moyenne** (médiane) selon les fichiers fonciers pour les logements collectifs d'une part et les logements individuels d'autre part par niveau d'armature urbaine du SCOT observée entre le 01/01/2001 et le 31/12/2019 (parcelles ne contenant que des logements collectifs ou des logements individuels).

Les surfaces construites ou à construire de locaux d'activité sont estimées en proportion des surfaces de logements par commune ou niveau d'armature urbaine du SCOT observée entre le 01/01/2015 et le 31/12/2019 selon les données Sit@del2 (logements et locaux commencés en date réelle).

Le tableau ci-après présente le nombre de logements pris en compte par période.

Tableau 1.1.9. Nombre moyen annuel de logements construits ou à construire pris en compte par période

Période	Nombre moyen annuel de logements construits ou à construire	Source
<b>2017-2019</b> (01/01/2017 - 31/12/2019)	5 265	Base Sit@del2 (logements commencés en date réelle du 01/01/2016 au 31/12/2018, hypothèse de décalage d'un an en moyenne entre la date de démarrage du chantier enregistrée et la génération des flux)
<b>2020-2022</b> (01/01/2020 - 31/12/2022)	4 387	Objectif du PLH (PLH 2015 à 2022) Bien qu'une chute de 33 % dans les livraisons de logements entre 2019 et 2020 soit observée selon le suivi du PLH (Rennes Métropole, 2021, <i>Tableau de bord de suivi PLH 2015-2022. Bilan de l'année 2020 &amp; synthèse 2015-2020</i> ), une très faible variation entre 2019, 2020 et 2021 inclus est observable selon les données Sit@del2 (logements commencés en date de prise en compte). Aussi on fait l'hypothèse qu'en moyenne sur cette période, les objectifs du PLH ont été globalement atteints.
<b>2023-2025</b> (01/01/2023 - 31/12/2025)	5 000	Objectif du PLH (PLH 2023 à 2030)
<b>2026-2030</b> (01/01/2026 - 31/12/2030)	5 000	Objectif du PLH (PLH 2023 à 2030)

Source : cette étude

Tableau 1.1.10. Parts des logements collectifs et logements individuels

Niveau d'armature urbaine du SCOT	Valeurs médianes selon données utilisées pour le diagnostic (Sit@del2 logements commencés entre le 01/01/2016 et le 31/12/2018)		Valeurs médianes selon données utilisées pour les projections (Sit@del2 logements commencés entre le 01/01/2015 et le 31/12/2019)	
	Part médiane de logements collectifs (%)	Part médiane de logements individuels (%)	Part médiane de logements collectifs (%)	Part médiane de logements individuels (%)
Cœur de métropole - Rennes	97	3	91	9
Cœur de métropole hors Rennes	90	10	82	18
Pôle	79	21	65	35
Pôle de proximité SRU	61	39	48	52
Pôle de proximité non SRU	21	79	41	59
Pôle de proximité (SRU et non SRU)	29	71	46	54

Source : cette étude d'après données Sit@del2 (logements commencés en date réelle)

Les surfaces réelles médianes de logements estimées à partir des données des fichiers fonciers de 2020 pour les logements construits à partir de 2001 sont présentées dans le tableau ci-après. La période 2001-2019 a été choisie afin de disposer d'un échantillon suffisamment large de parcelles permettant de calculer une surface (parcelles ne contenant que des logements collectifs ou des logements individuels). Il s'agit de surfaces réelles, mode de mesure utilisé dans les fichiers fonciers qui inclut plus d'espaces que la surface habitable et que la SHOB. Sont comptées notamment les surfaces de stationnement couvertes attachées à un logement et certains espaces collectifs d'un immeuble.

Tableau 1.1.11. Surfaces réelles médianes des logements collectifs et individuels prises en compte

Niveau d'armature urbaine du SCOT	Surface réelle médiane des logements collectifs (m <sup>2</sup> )	Surface réelle médiane des logements individuels (m <sup>2</sup> )
Cœur de métropole - Rennes	79,7	163,0
Cœur de métropole hors Rennes	80,1	171,0
Pôle	79,5	126,0
Pôle de proximité SRU	80,3	118,0
Pôle de proximité non SRU	80,3	113,0

Source : cette étude d'après fichiers fonciers 2020

La même typologie de bâtiments que pour l'estimation des stocks est utilisée pour la projection des flux. Ce choix permet de limiter le nombre de données à prendre en compte et ainsi de faciliter la compréhension des résultats. Ceci implique que l'on considère que la construction neuve est réalisée très majoritairement en structure béton. Ce choix est cohérent si l'on considère notamment la part de marché faible de la construction bois en 2020 en Bretagne : 6,6 %<sup>3</sup>. De plus, la construction en bois ne fait pas l'objet d'objectifs chiffrés de développement identifiés sur tout le territoire de Rennes Métropole.

Si ce choix permet de bien répondre aux objectifs définis pour cette étude, notons qu'il aurait été possible de prendre compte d'autres modes constructifs que la structure béton. Des scénarios alternatifs pourraient être élaborés dans de futures études afin de simuler l'effet du développement de la construction en structure bois ou à partir d'autres matériaux bio-sourcés ou géo-sourcés. En effet, les seuils de consommation d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre progressifs imposés par la réglementation environnementale RE2020 en application depuis 2022 vont engendrer une évolution des modes constructifs, avec une part croissante de matériaux bio-sourcés. Les hypothèses adoptées ici sont cohérentes avec les exigences de la RE2020 définies pour les permis de construire déposés jusqu'en 2025<sup>4</sup>.

Les surfaces réelles estimées sont converties en surfaces hors œuvre brut hors sol d'une part et surfaces hors œuvre brut en sous-sol d'autre part. Des coefficients calculés par type de bâtiment à partir des données des fichiers fonciers et de la BD Topo en Ile-de-France sont utilisés (Augiseau, 2017). Les masses par matériau sont calculées selon les densités surfaciques du type de bâtiment correspondant. Les mêmes densités que pour les stocks sont utilisées.

<sup>3</sup> Part de la construction bois dans le marché du logement (maisons individuelles secteur diffus et groupé, logements collectifs). Valeur de 6,5 % pour l'ensemble de la France. Source : Enquête nationale de la construction bois 2020.

<sup>4</sup> Selon les études actuellement disponibles. Voir notamment : <https://www.capeb-nord.fr/images/2022/RE2020/2022-01-18-cimbeton-una.pdf>

## c. Modélisation des flux de matériaux excavés générés lors de la construction de bâtiments

### Modélisation des flux totaux

Les matériaux excavés (ou déblais) désignent ici les terres et pierres qui sont déplacés lors de la construction d'un bâtiment afin de mettre en œuvre les fondations et les surfaces en sous-sol. Ces matières peuvent rester sur la parcelle même ou en sortir afin d'être réemployées dans la construction (en remblais) ou d'être gérées comme des déchets et souvent employées pour le réaménagement de carrières. L'ensemble des matières déplacées est estimé à partir des surfaces construites estimées ici et de coefficients issus d'une étude réalisée par le BRGM pour la Ville de Paris (Balon *et al.*, 2017). Ces coefficients ne tiennent pas compte du taux d'humidité des terres. De plus, chaque chantier est unique, et selon la configuration du terrain, la composition du sol, et l'architecture du bâtiment, les flux de matériaux excavés générés varient très fortement.

Les résultats selon cette estimation sont cohérents avec ceux que l'on peut calculer à partir du diagnostic réalisé pour le département d'Ille-et-Vilaine en 2012 par la Cellule Economique de Bretagne (2014) et utilisé pour le plan de prévention et gestion des déchets de la région Bretagne (PRPGD)<sup>5</sup>.

En effet, si l'on estime les flux de matériaux excavés générés par la construction de bâtiments dans Rennes Métropole à partir des données Economique au prorata des surfaces construites (données Sit@del2), la différence avec la modélisation est de seulement 10 %.

### Prise en compte de la pollution potentielle

La pollution potentielle des matériaux excavés lors de la construction de bâtiments est étudiée à partir de trois sources de données :

- Sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif (ex BASOL),
- Inventaire historique de Sites Industriels et Activités de Service (BASIAS),
- Secteurs d'informations sur les sols (SIS)<sup>6</sup>.

Les parcelles des sites enregistrés dans ces bases sont identifiées (à partir des coordonnées sur QGIS pour les deux dernières). Pour chaque parcelle où une surface construite est estimée selon les fichiers fonciers de 2017 et 2020, la présence de cette parcelle dans celles correspondant à un site potentiellement pollué est vérifiée.

26 parcelles sont ainsi identifiées, soit 0,9 % des parcelles où se situe une construction selon le traitement des fichiers fonciers réalisés. Ceci correspond à 7 kt de matériaux excavés potentiellement pollués. Selon les données IREP sur l'Ille-et-Vilaine en 2018 rapportées à la métropole au prorata des surfaces construites, 1,3 kt de terres polluées pourraient avoir été issues de la métropole pour tous chantiers, soit de l'ordre de 0,7 kt pour la construction de bâtiments. La valeur estimée à partir des surfaces construites et des bases sur les sites potentiellement pollués est supérieure.

<sup>5</sup> Le diagnostic du PRPGD porte sur 2012 et chaque département de Bretagne dont l'Ille-et-Vilaine. Il s'appuie sur une enquête auprès d'entreprises gérant des déchets ou exerçant une activité enregistrée dans les secteurs du bâtiment ou des travaux publics. Une actualisation partielle a été réalisée pour l'année 2015 mais avec un moindre détail.

<sup>6</sup> Données en ligne téléchargées en décembre 2021 : <https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees>



Cependant, ces sites peuvent avoir fait l'objet d'une dépollution bien qu'ils soient toujours enregistrés dans ces bases. De plus, la pollution peut ne concerner qu'une partie du site. Enfin les volumes excavés pour la construction de bâtiment sont très variables d'un chantier à l'autre.

Notons enfin que les flux gérés dans Rennes Métropole sont très faibles. En 2012, 17 installations situées dans la métropole ont reçu 263 kt de déchets de chantiers de tous types (CEB, 2014). La base IREP sur installations classées soumises à autorisation ou à enregistrement ICPE permet d'identifier pour l'année 2018 14 kt de matériaux excavés mis en décharge spécialement aménagée dans l'ISDND des Hautes Gayeulles.

Ces données indiquent que les terres de déblais des chantiers de Rennes Métropole sont en faible partie polluées et peuvent par conséquent l'objet de valorisation, notamment pour la construction de bâtiments en terre crue<sup>7</sup>.

#### d. Modélisation des flux de matériaux retirés lors de la démolition de bâtiments

##### Principe de la modélisation

Les flux engendrés par la démolition de bâtiments (matériaux présents dans les bâtiments démolis) sont modélisés en faisant l'hypothèse que les surfaces démolies varient en proportion des surfaces construites. On considère en effet que le renouvellement urbain dans les années à venir génèrera au moins autant d'opérations de démolition-reconstruction que ce qui peut être observé durant les années récentes.

Les surfaces démolies sont estimées par type de bâtiment et par niveau d'armature urbaine du SCOT en appliquant un coefficient aux surfaces construites estimées par période (tel que présenté dans le point précédent). Ce coefficient correspond au rapport entre surface démolie pour ce type de bâtiment et surface totale construite de bâtiments durant la période récente observée. Pour calculer ces coefficients, les données des fichiers fonciers de 2017 (surfaces par parcelles au 01/01/2017) et 2020 (surfaces au 01/01/2020) sont utilisées.

##### Calcul des coefficients

Les surfaces bâties couvertes présentes en 2020 et 2017 sont comparées parcelle par parcelle. Lorsqu'une différence supérieure à 50 m<sup>2</sup> et supérieure à 10 % de la surface indiquée en 2017 est observée on considère que des bâtiments ont été démolis (différence négative) ou construites (différence positive). Cette marge permet de ne pas tenir compte de faibles différences qui ne résultent pas d'une construction ou démolition mais d'un changement dans les surfaces déclarées par les propriétaires auprès de l'administration. Elle a été définie dans le cadre de travaux sur l'Ile-de-France (voir Augiseau, 2017) en comparant les surfaces construites ainsi estimées avec les données Sit@del2. 3 309 parcelles sont ainsi identifiées pour la construction et 575 pour la démolition.

---

<sup>7</sup> C'est l'objet par exemple du programme de recherche et développement ECOMATERRE : <http://www.iaur.fr/recherche/ami-terre-crue-rd-ecomaterre/>

Les types de bâtiments ayant fait l'objet d'une démolition sont déterminés en utilisant les informations de chaque local des parcelles concernées enregistré dans les fichiers fonciers de 2017. Il en est de même pour la construction avec les données de 2020. En effet, l'utilisation des données contenues dans les bases *Référentiel bâtiment sur Rennes Métropole : enrichissement via la matrice foncière* et *Ilots morphologiques urbains* serait incohérente pour la démolition observée entre 2017 et 2020, ces bases étant en partie issues de données portant sur 2020 ou 2021. De plus, pour respectivement 39 % des surfaces démolies et 42 % des surfaces construites estimées, ces bases ne permettent pas d'identifier un type de bâtiment (année de construction ou activité manquante).

Le type de bâtiment correspondant à chaque local est attribué en utilisant les informations sur l'année de construction, l'usage et l'activité selon la nomenclature NAF rév. 2 de l'INSEE de la table des locaux (voir le détail du traitement réalisé dans Augiseau 2017). Les dépendances bâties isolées ne sont pas prises en compte, en considérant qu'il s'agit surtout de garages individuels de petite surface. Le type de plus grande surface par parcelle est ensuite identifié. Si les locaux cumulant la plus grande surface sont de type inconnu, alors le type connu correspondant à la deuxième surface cumulée est attribué.

A l'issue de ce traitement, 9 % des surfaces de bâtiments démolies de même que 9 % des surfaces de bâtiments construites estimées sont de type inconnu. De plus, 11 % des surfaces de bâtiments démolies sont d'usage connue mais de période de construction inconnue. Par simplification, ces surfaces (20 % des surfaces démolies initialement estimées et 9 % des surfaces construites initialement estimées) ne sont pas prises en compte pour calculer les coefficients.

Le tableau ci-après présente une synthèse des coefficients estimés. Le tableau peut être lu ainsi : à Rennes, entre le 01/01/2017 et le 31/12/2019 en moyenne, pour 100 m<sup>2</sup> construits, 4,2 m<sup>2</sup> ont été démolis. Pour les bâtiments d'activité Habitat collectif, Habitat individuel, Bâtiment du secteur tertiaire et services, Enseignement social santé et Commerce de détail, ces coefficients sont déclinés plus précisément par période de construction.

Tableau 1.1.13. Aperçu des coefficients utilisés pour modéliser les flux liés à la démolition de bâtiments (rapports entre surface démolie par type et surface totale construite entre le 01/01/2017 et le 31/12/2019)

Niveau d'armature urbaine du SCOT	Habitat collectif	Habitat individuel	Bâtiment du secteur tertiaire et services	Bâtiment pour enseignement social santé	Bâtiment sportif ou culturel	Commerce de détail	Bâtiment commercial hors commerce détail	Bâtiment logistique ou assimilé	Bâtiment industriel	Bâtiment agricole
Cœur de métropole - Rennes	0,042	0,033	0,004	0,001	0,001	0,018	0,018	0,004	0,015	0,000
Cœur de métropole	0,001	0,045	0,084	0,004	0,000	0,023	0,113	0,040	0,019	0,000
Pôle 1	0,021	0,029	0,010	0,000	0,024	0,026	0,020	0,014	0,012	0,000
Pôle de proximité SRU	0,010	0,056	0,000	0,000	0,000	0,006	0,003	0,000	0,009	0,000
Pôle de proximité non SRU	0,006	0,037	0,006	0,000	0,000	0,019	0,002	0,000	0,034	0,000

Source : cette étude

Les surfaces réelles estimées sont ensuite converties en surfaces hors œuvre brut hors sol d'une part et surfaces hors œuvre brut en sous-sol d'autre part. Les masses par matériau sont calculées selon les densités surfaciques du type de bâtiment correspondant avec les mêmes densités que pour les stocks.

## e. Estimation des flux générés par la réhabilitation de bâtiments d'habitat

Deux types de chantiers de réhabilitation sont pris en compte :

- les chantiers de réhabilitation dite lourde qui consistent à remplacer une partie des éléments non structurels d'un bâtiment ;
- les chantiers de réhabilitation énergétique qui visent à améliorer la performance énergétique d'un bâtiment, notamment par l'amélioration de son isolation.

Les travaux d'entretien ou réparation de bâtiments ne sont pas pris en compte. A défaut de données sur les surfaces de chantiers concernées, seule la réhabilitation de bâtiments d'habitat est prise en compte ici.

### Réhabilitation lourde

Les travaux de réhabilitation sont variables et, par simplification, on considère ici qu'il s'agit d'une modification de certaines cloisons intérieures, du remplacement de la couverture de toiture, des enduits des murs, de l'isolation et des huisseries ainsi que dans Augiseau (2017). Les densités surfaciques totales par type de bâtiment sont présentées dans le tableau 1.16.

Pour le diagnostic, les surfaces de bâtiments d'habitat ayant fait l'objet d'une réhabilitation lourde sont estimées à partir de données sur le nombre de logements réhabilités entre 2015 et décembre 2020 selon le suivi du PLH 2015-2022 (Rennes Métropole, 2021, *Tableau de bord de suivi PLH 2015-2022. Bilan de l'année 2020 & synthèse 2015-2020*). Le nombre de logements selon cette source est converti en surface réelle à partir des fichiers fonciers en calculant une surface moyenne par type de bâtiment d'habitat collectif et individuel. Les données apportant parfois des précisions sur les logements réhabilités situés dans ou hors Rennes, les surfaces moyennes sont différenciées. Les surfaces réelles sont ensuite converties en surfaces hors œuvre brutes à partir des coefficients définis par type (voir point précédent).

Tableau 1.1.14. Diagnostic : nombre de logements et surface hors œuvre brute ayant fait l'objet d'une réhabilitation lourde pris en compte, Rennes Métropole, moyenne annuelle, m<sup>2</sup>

Type de réhabilitation	Type de bâtiment considéré ici	Espace	Période des chantiers	Nombre de logements réhabilités (moyenne annuelle)	Source	Commentaires	SHOB hors sol
Lourde	Habitat collectif 1948-1974	Rennes	2015 à 2020 inclus	487	Tableau de bord de suivi PLH 2015-2022	Réhabilitation d'habitat social financé par RM : NPNRU, QPV et autre. Hypothèse ici de réhabilitation majoritairement lourde.	48 204
Lourde	Habitat collectif 1948-1974	Hors Rennes	2015 à 2020 inclus	157	Tableau de bord de suivi PLH 2015-2022	Réhabilitation d'habitat social financé par RM : NPNRU, QPV et autre. Hypothèse ici de réhabilitation majoritairement lourde.	17 310
Lourde	Habitat collectif pré 1750 et 1751-1913	Rennes	2015 à 2020 inclus	83,5	Tableau de bord de suivi PLH 2015-2022	Réhabilitation de l'OPAH centre ancien. Hypothèse de réhabilitation majoritairement lourde. Densités selon hypothèse parts égales de bâtiments construits avant 1750 et entre 1751 et 1913.	7 924
<b>Ensemble</b>							73 439

Source : voir tableau

Pour les projections, les hypothèses et données présentées dans le tableau ci-après sont utilisées. Peu de données ont pu être collectées en termes d'objectifs de réhabilitation lourde de logements et des hypothèses simplificatrices ont dû être adoptées.

Tableau 1.1.15. Projection : nombre de logements allant faire l'objet d'une réhabilitation lourde pris en compte, Rennes Métropole, moyenne annuelle

Période	Nombre de logements à réhabiliter – réhabilitation lourde (moyenne annuelle toute la métropole)	Source
01/01/2020 au 31/12/2022 (3 ans)	habitat social (NPNRU, QPV et autre) : 644	A défaut de données complètes actualisées, hypothèse de valeur similaire à la période précédente du diagnostic (2017-2019)
	OPAH centre ancien : 84	
01/01/2023 au 31/12/2025 (3 ans)	habitat social : 1 275	objectif communiqué le 30/11/2021 par Manuela Carré, PSDA-DAUH-Habitat, pour 2022-2025
	OPAH centre ancien : 185	objectif moyen annuel 2016-2021 de 16 copropriétés réhabilitées et nombre moyen de logements par copropriété pour 2016-2021 de 12
01/01/2026 au 31/12/2030 (5 ans)	habitat social (NPNRU, QPV et autre) : 644	à défaut de données, hypothèse de valeur similaire à la période du diagnostic (2017-2019)
	OPAH centre ancien : 185	objectif moyen annuel 2016-2021 de 16 copropriétés réhabilitées et nombre moyen de logements par copropriété pour 2016-2021 de 12

Source : voir tableau

### Réhabilitation énergétique

Les observations réalisées notamment par l'ADEME montrent que les chantiers de réhabilitation énergétique sont très variables. On considère ici par simplification qu'il s'agit de travaux ayant consisté en un changement des fenêtres, portes extérieures et isolation des murs et de la toiture. Les densités surfaciques totales par type de bâtiment sont présentées dans le tableau 1.16.

Pour le diagnostic, les surfaces de bâtiments d'habitat ayant fait l'objet d'une réhabilitation énergétique sont estimées à partir de données sur le nombre de logements réhabilités entre 2015 et décembre 2020 subventionnés par l'ANAH selon le suivi du PLH 2015-2022 (Rennes Métropole, 2021, *Tableau de bord de suivi PLH 2015-2022. Bilan de l'année 2020 & synthèse 2015-2020*) ainsi que des travaux subventionnés par le dispositif écoTravo selon les objectifs fixés en 2019 transmis par la Métropole (tableur Excel *Objectifs-2019-2024-chantiersBBC*).

Pour la projection, les objectifs annuels de réhabilitation énergétique de logements définis dans le PCAET de Rennes Métropole (tableur Excel *Trajectoire PCAET* et part de l'habitat collectif selon *Objectifs écoTravo* ; données transmises par la métropole) sont utilisés.

Tableau 1.1.16. Nombre de logements faisant l'objet d'une réhabilitation énergétique pris en compte, Rennes Métropole, moyenne annuelle

Période	Nombre de logements à réhabiliter – réhabilitation énergétique (moyenne annuelle toute la métropole)	Source
01/01/2017 au 31/12/2019 (3 ans)	337	travaux subventionnés par le dispositif écoTravo selon les objectifs fixés en 2019 ; travaux de réhabilitation majoritairement énergétique subventionnés par l'ANAH entre 2015 et décembre 2020 selon le suivi du PLH 2015-2022
01/01/2020 au 31/12/2022 (3 ans)	337	à défaut de données complètes actualisées, hypothèse de valeur similaire à la période du diagnostic (2017-2019)
01/01/2023 au 31/12/2025 (3 ans)	3 875	objectif moyen annuel PCAET 2023-2025
01/01/2026 au 31/12/2030 (5 ans)	6 000	objectif moyen annuel PCAET 2026-2030

Source : voir tableau

### Estimation des flux

Les masses par matériau pour chaque surface réhabilitée sont calculées selon les densités surfaciques définies pour le type de bâtiment correspondant et présentées pour l'ensemble des matériaux dans le tableau ci-après.

Tableau 1.1.17. Densités de matériaux liés à la réhabilitation de bâtiments par type, kg par m<sup>2</sup> de surface hors œuvre brute

Type	Réhabilitation lourde : masse totale en kg des matériaux remplacés par m <sup>2</sup> de surface hors œuvre brute	Réhabilitation énergétique : masse totale en kg des matériaux remplacés par m <sup>2</sup> de surface hors œuvre brute
Habitat individuel pré 1750	71	6
Habitat individuel 1751-1913	80	7
Habitat individuel 1914-1947	80	7
Habitat individuel 1948-1974	80	7
Habitat individuel 1975-2000	97	12
Habitat collectif pré 1750	71	6
Habitat collectif 1751-1913	71	6
Habitat collectif 1914-1947	65	6
Habitat collectif 1948-1974	80	7
Habitat collectif 1975-2000	60	8

Source : cette étude

## f. Estimation des flux de matériaux liés au réseau routier

### Estimation des flux générés par la réfection des chaussées (renouvellement)

Les flux entrants et sortants générés par la réfection des chaussées routières sont estimés à partir des données :

- de la couche SIG *Programmation générale des travaux de voirie sur Rennes Métropole* pour toutes les chaussées hors réseau routier national ;
- de coefficients appliqués aux surfaces de chaussées pour les chaussées du réseau routier national.

Dans la base *Programmation générale des travaux de voirie sur Rennes Métropole*, les travaux de réfection des voies sont identifiés et sélectionnés à partir du champ objet : travaux dont l'objet commence par « Réfection » (avec ou sans accent et majuscule ou tout en majuscules) hors travaux sur trottoirs uniquement<sup>8</sup>. Les données de la base *Programmation générale des travaux de voirie sur Rennes Métropole* portent sur des travaux dont le démarrage est programmé entre 2017 et 2029. Peu de données portent sur des travaux commençant avant 2020, ces derniers concernant 6 % des linéaires totaux de voies renseignées.

Aussi, pour le diagnostic les données sur l'année 2020 sont utilisées. Pour les projections, les données enregistrées dans la base correspondant aux périodes 2020 à 2022 puis 2023 à 2025 sont prises en compte. Une seule opération étant programmée entre 2026 et 2029, pour la période 2026 à 2030, les données de 2023 à 2025 sont utilisées, en faisant l'hypothèse d'une continuité entre les deux périodes.

Les travaux sélectionnés concernent des chaussées de type Route locale en enrobé et Route régionale ou principale. Les masses de matériaux situés dans la couche de roulement des chaussées en enrobé bitumineux sont estimés à partir des mêmes données de composition que pour l'estimation des stocks. On fait l'hypothèse de flux entrants (matériaux mis en œuvre) égaux aux flux sortants (matériaux retirés de la chaussée).

Aucun chantier programmé enregistré dans la base *Programmation générale des travaux de voirie sur Rennes Métropole* ne porte sur des chaussées du réseau national. En faisant l'hypothèse que ces travaux ne font pas l'objet d'un suivi par le service voirie de Rennes Métropole, les flux moyens annuels générés par le renouvellement de ce réseau sont estimés à partir d'un coefficient appliqué aux surfaces de chaussées de ce type. Un coefficient de 3,3 %, correspondant à l'hypothèse d'une réfection des voies tous les 30 ans, est utilisé. Cette approche a également été utilisée pour la modélisation des flux en Ile-de-France et pour la Métropole du Grand Paris.

---

<sup>8</sup> Les travaux dont le champ objet commence par « Renouvellement couche » et « Rénovation de la voirie » ou « Rénovation de la chaussée » (avec ou sans accent et majuscule ou tout en majuscules) ont été également sélectionnés mais aucun chantier de ce type pour 2020 n'est enregistré.



## Estimation des flux générés par l'extension du réseau de routes locales

La couche SIG *Programmation générale des travaux de voirie sur Rennes Métropole* inclut des données sur des chantiers dont l'objet est l'aménagement (travaux dont l'objet commence par « Aménagement de la voirie » ou « Aménagement de la rue » (avec ou sans accent et majuscule ou tout en majuscules ou sans « de » et/ou « la »). Cependant les linéaires concernés sont très faibles : 173 mètres en 2020, 1,5 km en 2021.

Aussi, l'extension du réseau de routes locales est estimée à partir des données présentes dans une publication de l'AUDIAR de 2017 sur l'évolution de la tâche urbaine entre 2006 et 2016. Un taux moyen annuel d'extension de l'espace urbanisé est calculé à partir de ces données. Par simplification, on fait l'hypothèse que l'extension du réseau routier est du même ordre que l'extension de l'ensemble de l'espace urbanisé. Ainsi que le montre le tableau ci-après, le taux moyen annuel pour Rennes Métropole est de 0,5 % et varie de 0,06 à 0,85 %.

Tableau 1.1.18. Taux moyen annuel d'extension du réseau routier local pris en compte, %

Niveau d'armature urbaine du SCOT	Taux moyen annuel d'extension du réseau routier local pris en compte (%)
Cœur de métropole - Rennes	0,06
Cœur de métropole hors Rennes	0,27
Pôle	0,27
Pôle de proximité SRU	0,72
Pôle de proximité non SRU	0,85
<b>Ensemble de Rennes Métropole</b>	<b>0,5</b>

Source : cette étude

Le taux d'extension est appliqué par commune aux surfaces de voies de type Route locale en enrobé bitumineux. On fait l'hypothèse que les voies de types Route régionale ou principale et Route du réseau national font l'objet d'une très faible extension, de même que les Routes locales non revêtues ou pavées. Les voies pour modes doux connaissent un développement particulier, surtout les pistes cyclables, mais devraient être étudiées à partir de données plus fines en termes de résolution spatiale. Aussi l'extension de ces voies n'est pas prise en compte ici.

Les flux de matériaux mis en œuvre sont estimés à partir des mêmes données de composition que les stocks. Les flux de matériaux excavés retirés lors de l'aménagement des chaussées sont estimés selon un seuil haut et de façon indicative à partir des volumes nécessaires pour la chaussée (surface multipliée par une profondeur moyenne de 0,85 m pour les chaussées de type route locale). Par simplification, aucun coefficient de foisonnement (volume comprenant les espaces « de vide » générés lors des travaux) ni taux d'humidité n'est appliqué. On fait l'hypothèse d'une densité volumique moyenne de 1,45 t/m<sup>3</sup>.

103 kt de flux de matériaux excavés générés (mais pouvant rester sur le chantier) sont ainsi estimés pour l'ensemble de la métropole en moyenne annuelle. Cette valeur est proche des estimations de la Cellule Economique Régionale pour l'Ille-et-Vilaine en 2012 pour les travaux de construction et entretien des routes rapportées à Rennes Métropole au prorata des surfaces de bâtiments construites : 114 kt. Rappelons néanmoins que l'estimation des flux de matériaux excavés est approximative, chaque chantier étant unique et générant des flux particuliers, selon notamment les caractéristiques géotechniques des sols.

## g. Synthèse des données et hypothèses prises en compte pour l'estimation des flux

Tableau 1.1.19. Données et hypothèses prises en compte pour l'estimation des flux

Période	Construction	Démolition	Réhabilitation lourde de logements	Réhabilitation énergétique de logements	Développement routier	Renouvellement routier
01/01/2017 au 31/12/2019	Données Sit@del2 2016-2018	Modélisation (ratios entre démolition et construction d'après fichiers fonciers 2017-2020 appliqués à construction)	Bilan PLH, moyennes annuelles 2015 à 2020 inclus	Travaux subventionnés par le dispositif écoTravo selon les objectifs fixés en 2019 ; travaux de réhabilitation majoritairement énergétiques subventionnés par l'ANAH entre 2015 et décembre 2020 selon suivi PLH	Traitement des données du de l'AUDIAR sur extension urbaine 2010-2016	Données <i>Programmation générale des travaux de voirie sur Rennes Métropole</i> : travaux programmés en 2020 ; taux moyen annuel pour le réseau national
01/01/2020 au 31/12/2022 (3 ans)	Objectifs PLH	Modélisation (voir détail ligne précédente)	Hypothèse valeurs idem période précédente (manque de données sur période)	Hypothèse valeurs idem période précédente (manque de données sur période)	Hypothèse valeurs idem période précédente (manque de données sur période)	Données <i>Programmation générale des travaux de voirie 2020 à 2022</i>
01/01/2023 au 31/12/2025 (3 ans)	Objectifs PLH	Modélisation	Habitat social : objectif communiqué par Manuela Carré - PSDA-DAUH-Habitat ; Centre ancien : objectif moyen annuel 2016-2021	Objectifs Plan Climat pour 2023-2025	Hypothèse valeurs idem période précédente (manque de données sur période)	Données <i>Programmation générale des travaux de voirie 2023 à 2025</i>
01/01/2026 au 31/12/2030	Objectifs PLH	Modélisation	Habitat social : hypothèse valeurs idem diagnostic (manque de données sur période) ; Centre ancien : objectif moyen annuel 2016-2021	Objectifs Plan Climat pour 2026-2030	Hypothèse valeurs idem période précédente (manque de données sur période)	Données <i>Programmation générale des travaux de voirie 2023 à 2025</i> (manque de données sur période)

Source : voir tableau

## 1.2. Résultats de l'estimation des stocks et flux à l'échelle du territoire

### 1.2.1. Stocks de matériaux présents en 2020

L'étude des stocks de matériaux présents dans les bâtiments et routes de la métropole de Rennes en 2020 fait apparaître 4 points clés :

- les stocks de matériaux s'élèvent à 108 Mt, soit 236 tonnes par habitant ;
- ils sont concentrés dans deux principaux types d'ouvrages : habitat collectif et routes locales ;
- les stocks comprennent très majoritairement des minéraux non métalliques et en particulier du béton et des granulats ;
- les stocks résultent de l'urbanisation passée et varient fortement selon le type d'urbanisation (gradient en tonnes par habitant du centre à la périphérie avec part croissante du réseau routier), phénomène également observé en Ile-de-France.

#### a. Stocks par ouvrage bâti : habitat collectif et routes locales dominant

Selon les données collectées et le traitement qui en a été réalisé, 108 Mt de matériaux sont présentes au sein du territoire de Rennes Métropole en 2020. Les parts des bâtiments et du réseau routier sont presque égales, avec 56 Mt qui se situent dans les bâtiments et 52 Mt dans le réseau routier. Ainsi que le montre la figure ci-après, les routes locales en enrobé bitumineux forment la plus grande partie des stocks, suivies de près par les bâtiments d'habitat collectif.

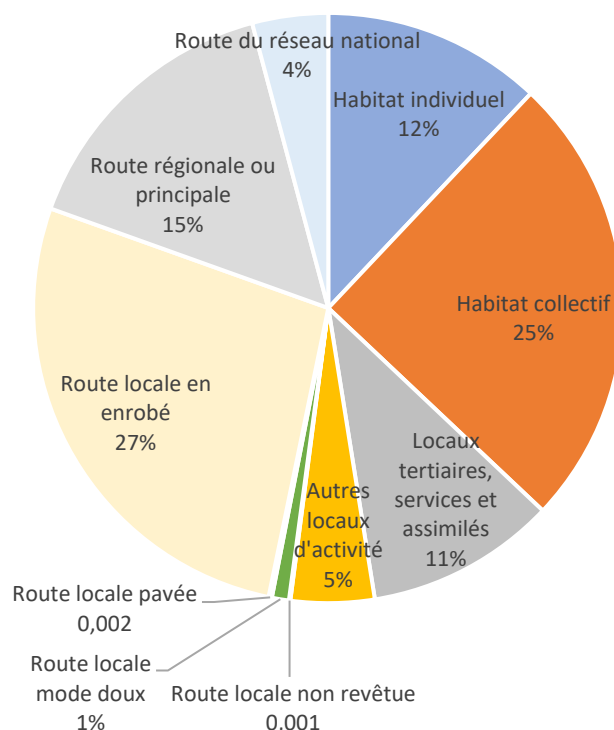


Figure 2.1. Stocks de matériaux par ensemble d'ouvrages bâtis, Rennes Métropole, 2020, %

Source : cette étude

## b. Stocks par matériau : béton et granulats dominant

Au sein des matériaux, les minéraux non métalliques dominent avec notamment 42 Mt de béton et 41 Mt de granulats en chaussée (voir figure 2.2). Cette prédominance des minéraux non métalliques, avec une part généralement supérieure à 95 % des stocks, est observée dans la plupart des espaces urbanisés, et notamment en Ile-de-France et dans la Métropole du Grand Paris (Augiseau et Kim, 2021a). Des granulats sont également présents dans les enrobés bitumineux utilisés dans les couches de roulement des chaussées routières. De plus, le béton est lui-même formé majoritairement de granulats. Ces derniers forment donc la première matière de l'espace urbanisé de la métropole, de même que dans la plupart des villes. Parmi les autres matériaux, on peut mentionner la pierre dont le stock s'élève à 8,5 Mt, l'acier (2 Mt) et le bois (1,2 Mt).

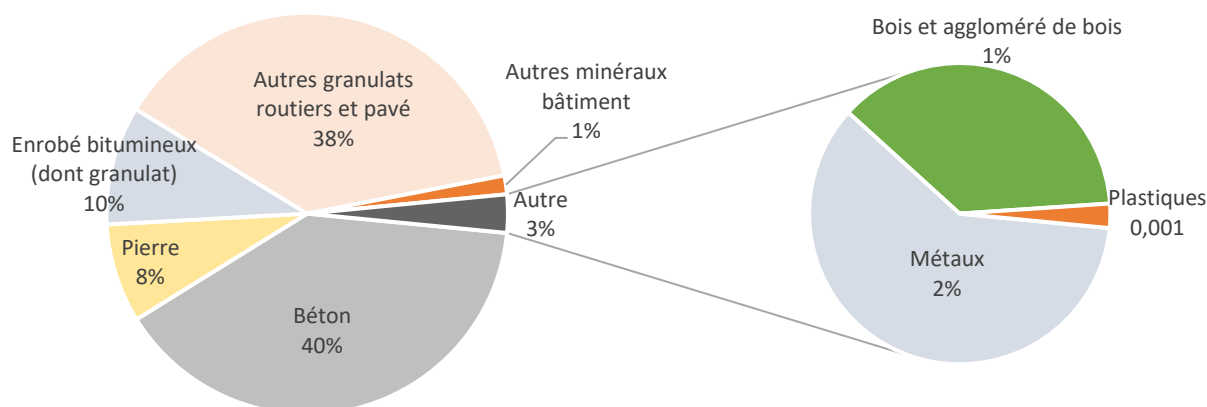


Figure 2.2. Stocks par matériau, Rennes Métropole, 2020, %

Source : cette étude

### c. Stocks par niveau d'armature urbaine du SCOT : des différences marquées liées à l'urbanisation passée

Le tableau suivant montre les stocks par niveau d'armature urbaine du SCOT en Mt.

Tableau 1.2.1. Stocks par niveau d'armature urbaine du SCOT, Rennes Métropole, 2020, Mt

Niveau d'armature urbaine du SCOT	Ensemble	Bâtiments	Réseau routier	Habitat individuel	Routes locales
Cœur de métropole - Rennes	38,9	30,5	8,4	3,1	5,0
Cœur de métropole hors Rennes	14,5	6,8	7,7	1,7	3,9
Pôle	20,4	8,3	12,1	3,0	7,4
Pôle de proximité SRU	22,2	7,4	14,8	3,3	9,0
Pôle de proximité non SRU	11,9	3,2	8,7	1,8	5,4
<b>Ensemble des communes de Rennes Métropole</b>	<b>107,9</b>	<b>56,2</b>	<b>51,7</b>	<b>13,0</b>	<b>30,7</b>

Source : cette étude et étude de CitéSource en cours en 2022 pour la Métropole du Grand Paris

Ainsi que le montre le tableau ci-après, si l'on rapporte la masse des stocks à la population (tonnes par habitant), on observe des différences entre communes marquées. Ces différences sont liées à l'urbanisation. En effet, la densité de la population et celle du bâti, qui est liée aux formes urbaines et notamment à l'importance du pavillonnaire dans l'habitat, impactent les stocks de matériau par habitant. L'âge des bâtiments influe également sur les stocks, les bâtiments plus anciens étant généralement formés de matériaux pondéreux.

Par exemple, dans Rennes, une part importante du bâti est ancienne (notamment dans le centre), et les bâtiments sont généralement des immeubles comprenant un ou plusieurs niveaux de sous-sol. Les stocks dans les bâtiments par habitant est plus élevé que dans les autres communes. En revanche, la densité du bâti de la population engendre de moindres surfaces de réseau routier et ainsi un moindre stock dans le réseau routier par habitant. Dans une commune pôle de proximité non SRU comme Miniac-sous-Bécherel, l'habitat est très majoritairement individuel et constitue une masse par habitant plus faible. En revanche, le réseau routier occupe une part plus importante dans l'espace urbanisé et dans les stocks.

A titre de comparaison, on peut observer des ordres de grandeur proches entre Rennes et la Métropole du Grand Paris. On peut également noter que cette différence marquée dans les stocks par habitant entre centre dense et ancien et périphérie urbaine est aussi observée en Ile-de-France (Augiseau et Kim, 2021a). Les stocks en Ile-de-France et dans espaces urbanisés comme le canton de Genève et la ville d'Orléans comparés dans Augiseau et Kim (2021a) se situent tout comme Rennes Métropole autour de 200 t/hab (les périmètres d'ouvrages bâtis pris en compte varient selon les études).

Tableau 1.2.2. Stocks par habitant par niveau d'armature urbaine du SCOT et stock dans la Métropole du Grand Paris, 2020, t/habitant

Niveau d'armature urbaine du SCOT	Ensemble	Bâtiments	Réseau routier	Habitat individuel	Routes locales
Cœur de métropole - Rennes	176	139	38	14	23
Cœur de métropole hors Rennes	283	132	151	33	77
Pôle	270	110	160	40	97
Pôle de proximité SRU	295	98	197	44	119
Pôle de proximité non SRU	343	92	251	52	154
<b>Ensemble des communes de Rennes Métropole</b>	<b>236</b>	<b>123</b>	<b>113</b>	<b>28</b>	<b>67</b>
<b>Métropole du Grand Paris</b>	<b>162</b>	<b>143</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>7</b>

Source : cette étude et étude de CitéSource en cours en 2022 pour la Métropole du Grand Paris

L'analyse de la densité des stocks mesurée en tonne par mètre carré de surface urbanisée (tâche urbaine selon l'étude de l'AUDIAR (2017) fait également ressortir des différences marquées entre Rennes d'une part et les autres communes de la métropole. En effet, ainsi que le montre le tableau 1.2.3, la densité de matériaux dans les bâtiments est plus forte à Rennes et la densité de matériaux dans le réseau routier plus faible. L'inverse est observé dans les communes pôles de proximité. La densité du stock dans les bâtiments plus élevée que l'on peut observer dans l'ensemble du Cœur de la Métropole (Rennes et autres communes du Cœur) est plus favorable à l'utilisation des ressources. En effet, cette densité implique généralement une moindre distance entre chantiers et installations de collecte et transformation des déchets de chantiers (ressources secondaires).

Tableau 1.2.3. Stocks par mètre carré de surface urbanisée (tâche urbaine) par niveau d'armature urbaine du SCOT et stock dans la Métropole du Grand Paris, 2020, t/m<sup>2</sup>

Niveau d'armature urbaine du SCOT	Ensemble	Bâtiments	Réseau routier	Habitat individuel	Routes locales
Cœur de métropole - Rennes	1,0	0,8	0,2	0,1	0,1
Cœur de métropole hors Rennes	0,5	0,2	0,3	0,1	0,1
Pôle	0,6	0,2	0,3	0,1	0,2
Pôle de proximité SRU	0,8	0,3	0,5	0,1	0,3
Pôle de proximité non SRU	1,0	0,3	0,7	0,1	0,4
<b>Ensemble des communes de Rennes Métropole</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>

Source : cette étude

## 1.2.2. Diagnostic des flux de matériaux de construction et déchets de chantiers

Le diagnostic des flux entrants et sortants des chantiers liés aux bâtiments et au réseau routier entre 2017 et 2019 pour Rennes Métropole fait apparaître 5 points clés :

- les flux entrants (consommations) s'élèvent annuellement à 1,8 Mt (3,8 t/hab) pour des flux sortants (potentiels déchets de chantiers) de 0,8 Mt (1,6 t/hab) ;
- les consommations sont majoritairement générées par la construction de bâtiments, en particulier d'habitat collectif, puis par le développement routier avec une très forte part du béton ;
- les déchets sont également très liés à la construction d'habitat collectif et au développement du réseau routier, avec des matériaux excavés dominants puis du béton ;
- les flux sont concentrés dans le cœur de la métropole, ce qui est favorable à la valorisation des déchets (recyclage, réemploi) ;
- les flux par habitant se situent entre l'ensemble de la France et des territoires très densément urbanisés comme la Métropole du Grand Paris.

### a. Flux par type de chantier : construction d'habitat et de routes locales dominant

Selon les données collectées et le traitement qui en a été réalisé, la consommation moyenne annuelle entre 2017 et 2019 de matériaux de la métropole s'élève à 1,8 Mt. La construction de bâtiments génère la très grande partie des flux estimés et le développement du réseau routier constitue le second poste. Selon les données et hypothèses adoptées, la réhabilitation des logements génère des flux relativement faibles. Cette répartition entre types de chantiers serait à confirmer à partir de données plus précises et complètes sur les travaux routier et de réhabilitation.

Les flux sortants issus des chantiers, potentiels déchets de chantiers, sont estimés à 0,8 Mt en moyenne annuelle entre 2017 et 2019 pour Rennes Métropole. Ces flux sont principalement constitués de déblais de terres et autres minéraux (matériaux excavés) qui résultent de la construction de bâtiments, puis de débris de démolition de bâtiments. Des déblais sont également générés par le développement du réseau routier.

Les travaux liés aux bâtiments (construction, démolition, et dans une moindre mesure réhabilitation) génèrent la grande majorité des flux estimés. Par ailleurs, on peut observer qu'il y a 2,3 fois plus de flux entrants que de flux sortants pour l'ensemble de la métropole de Rennes. Ce rapport est du même ordre pour la France<sup>9</sup>. Une valeur plus faible, 0,8, est estimée pour la Métropole du Grand Paris où la démolition représente une masse estimée plus importante dans les flux sortants.

---

<sup>9</sup> La consommation de matériaux en France se situe autour de 5 à 6 t/hab pour un périmètre de types de chantiers similaire à cette étude selon les données disponibles sur les granulats seulement. Les déchets de chantiers sont autour de 3,5 t/hab pour tous les déchets de chantiers (pas de détail permettant de rapporter ce total au périmètre de types de chantiers de cette étude).

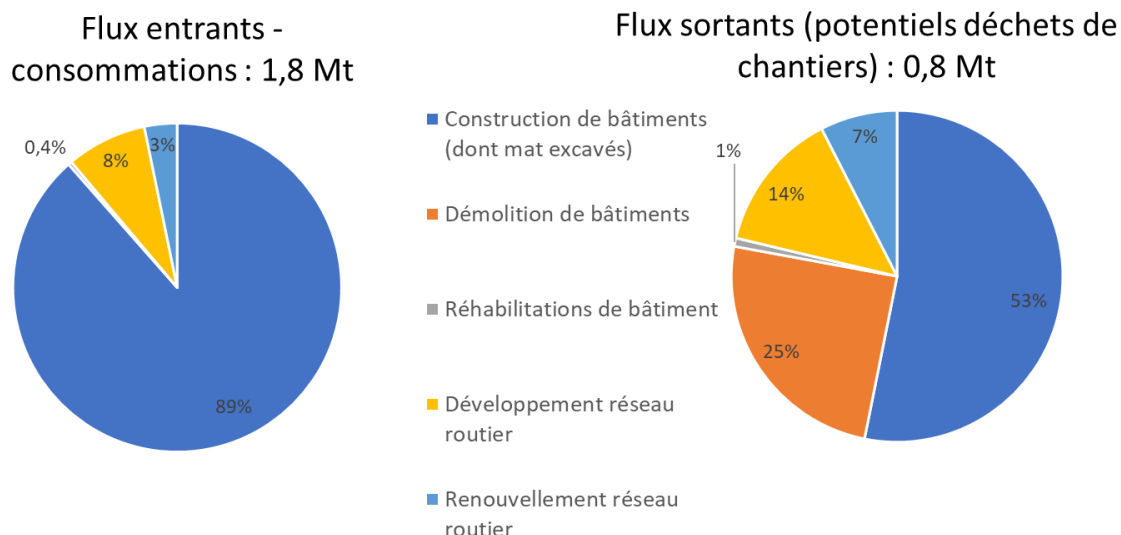


Figure 2.3. Diagnostic : flux entrants et sortants par type de chantier, Rennes Métropole, 2017-2019, %

Source : cette étude

#### b. Flux par matériau : matériaux excavés et béton dominant

La figure 2.4 montre la part des matériaux dans les flux entrants et sortants. Du fait des hypothèses et données utilisées pour la construction neuve, le béton domine très largement les consommations. Une prise en compte plus fine des différentes parts des modes constructifs dans la construction neuve ferait diminuer légèrement la part du béton au profit de matériaux comme la brique (brique creuse dite Monomur) ou du bois. Notons que cette diminution serait mesurée, le béton étant d'une part un matériau pondéreux, et d'autre part ce matériau étant très souvent utilisé en sous-sol et en fondation, y compris pour des bâtiments en structure brique, bois ou acier.

De même que pour le stock, les granulats représentent les premières matières consommées estimées ici, des granulats étant également utilisés dans les travaux routiers en sous-couche et dans les enrobés bitumineux. Parmi les autres minéraux se trouvent le mortier, le plâtre et l'ardoise. Métaux, bois et plastiques représentent des parts plutôt faibles dans la consommation totale, ce qui est également observé pour la Métropole du Grand Paris par exemple.

Dans les flux sortants, les matériaux excavés dominent et forment les deux tiers des flux estimés. Une part du même ordre est observée en Ile-de-France (61 %) et selon l'estimation de Cellule Economique de Bretagne (2014) pour l'Ille-et-Vilaine en 2012 (74 %). Des flux de 399 kt générées par la construction de bâtiments dont 7 kt de terres potentiellement polluées identifiées sont estimés pour Rennes Métropole. On peut noter que selon l'Enquête Cellule Economique Bretagne (2014) sur Ille-et-Vilaine en 2012, les terres polluées sont minimales dans l'ensemble des flux de terres.



Par ailleurs, ainsi que présenté dans le point sur la méthode, l'estimation réalisée ici par ratio est cohérente avec celle de la Cellule Economique Bretagne rapportée à Rennes Métropole pour 2017-2019. Des flux de matériaux excavés de 103 kt ont été générées par le développement du réseau routier selon cette étude. Cette estimation est cohérente avec celle apportée par la Cellule Economique Bretagne pour les travaux de construction et entretien des routes.

Le béton forme le second flux sortant, suivi par les autres minéraux contenus dans les bâtiments dont le mortier, le plâtre et l'ardoise. De même que dans les flux entrants, métaux, bois et plastiques représentent une part faible dans les flux totaux.

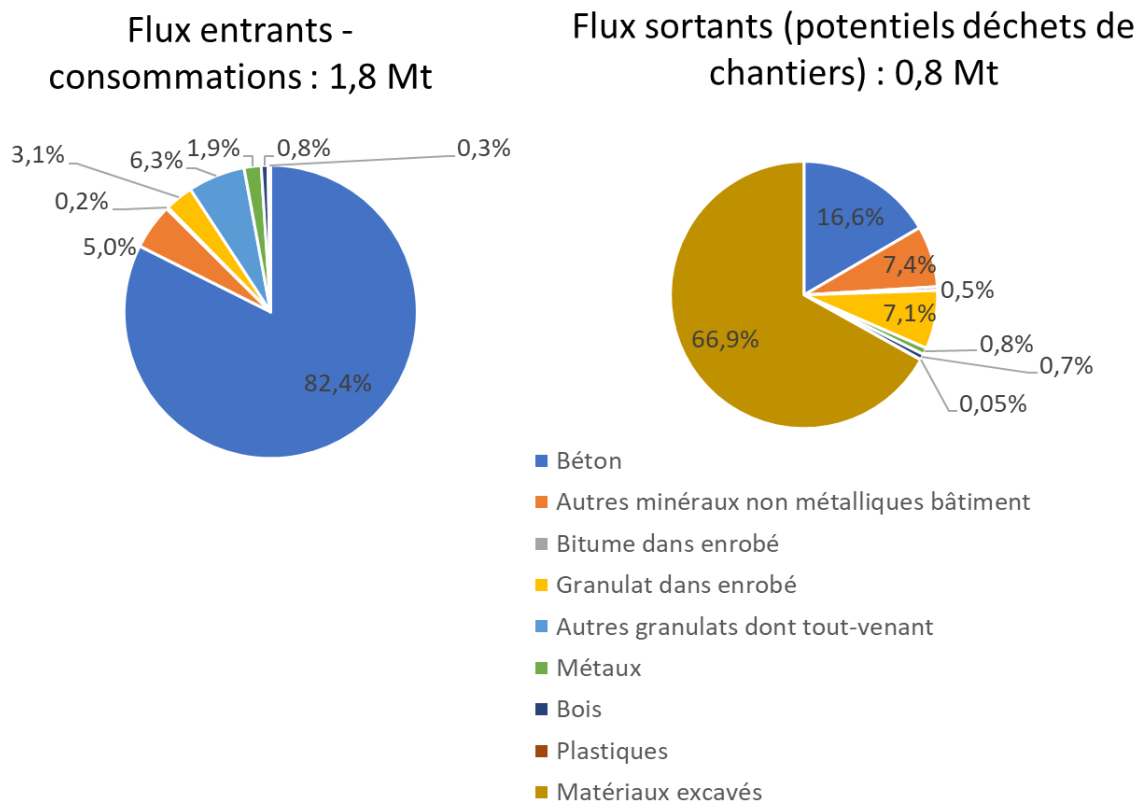


Figure 2.4. Diagnostic : flux entrants et sortants par matériau, Rennes Métropole, 2017-2019, %

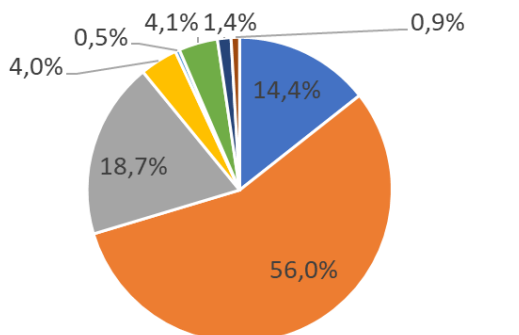
Source : cette étude

### c. Flux liés à la construction et démolition de bâtiments : habitat collectif et individuels ressortent

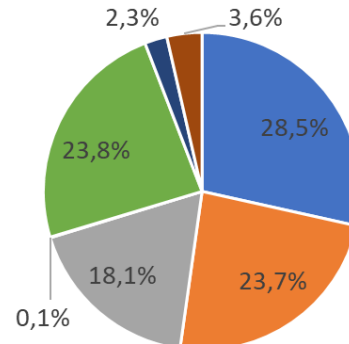
La figure 2.5. montre les flux entrants liés à la construction de bâtiments et flux sortants liés à la démolition de bâtiments par type de bâtiment. Les bâtiments d'habitat représentent les premiers flux entrants et sortants. Tandis que l'habitat collectif domine pour la construction, l'habitat individuel est légèrement plus important dans les flux sortants. Selon les données utilisées, la surface de logements individuels démolis serait plus importante que celle de logements collectifs entre 2017 et 2019. Ceci pourrait être lié à des formes de renouvellement urbain par la densification du bâti qui est souvent réalisé sur des parcelles contenant des maisons individuelles qui sont démolies pour y reconstruire des immeubles d'habitat avec parfois des commerces ou services.

Parmi les locaux d'activité, activités tertiaires et services dominant dans la construction tandis que les bâtiments du type grande surface commerciale en structure métallique se distinguent dans la démolition. Ceci peut être liée à la reconversion de grands centres commerciaux périurbains.

Consommation liée à la construction de bâtiments : 1,6 Mt



Déchets de chantiers liés à la démolition de bâtiments : 0,2 Mt



- Habitat individuel
- Habitat collectif
- Bâtiment du secteur tertiaire et services
- Bâtiment pour enseignement social santé
- Bâtiment sportif ou culturel
- Bâtiment commercial
- Bâtiment logistique ou assimilé
- Bâtiment industriel

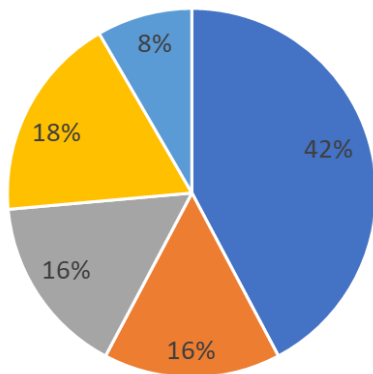
Figure 2.5. Diagnostic : flux entrants liés à la construction de bâtiments et flux sortants liés à la démolition de bâtiments par type de bâtiment, Rennes Métropole, 2017-2019, %

Source : cette étude

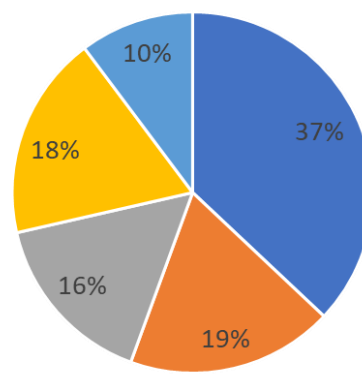
#### d. Flux par niveau d'armature urbaine du SCOT : des différences marquées entre centre et périphérie

La figure 2.6 montre la répartition des flux entrants et sortants totaux par niveau d'armature urbaine du SCOT. Rennes représente la première commune dans les flux entrants et sortants avec plus du tiers des flux. La répartition entre les autres niveaux est proche, à l'exception des communes de pôles de proximité non SRU. Les flux sont donc concentrés en bonne partie dans le centre de l'espace urbanisé, ce qui est favorable à la valorisation des flux sortants.

Flux entrants -  
consommations : 1,8 Mt



Flux sortants (potentiels déchets de  
chantiers) : 0,8 Mt



- Cœur de métropole - Rennes
- Cœur de métropole hors Rennes
- Pôle
- Pôle de proximité SRU
- Pôle de proximité non SRU

Figure 2.6. Diagnostic : flux entrants et sortants par niveau d'armature urbaine du SCOT, Rennes Métropole, 2017-2019, %

Source : cette étude

Enfin, comme pour le stock, on peut observer des différences marquées entre niveaux d'armature urbaine du SCOT en termes de consommation de matériaux par habitant. Les flux par habitant liés aux bâtiments sont plus élevés dans le Cœur de Métropole que dans les pôles, tandis l'inverse est observé pour les travaux routiers. On peut par ailleurs observer des flux par habitant plus élevés dans les communes du Cœur hors Rennes (Cesson-Sévigné, Chantepie, Saint-Grégoire, Saint-Jacques-de-la-Lande), ces communes faisant l'objet d'un fort développement.

La comparaison avec la Métropole du Grand Paris fait apparaître des flux par habitant beaucoup plus grands dans Rennes Métropole, en particulier pour la construction de bâtiments. Ceci pourrait être lié à la croissance et la densification plus récentes de l'espace bâti de Rennes Métropole par rapport au Grand Paris. Les flux liés au réseau routier sont plus importants par ailleurs pour Rennes Métropole, ce qui est lié à une moindre densité actuelle du bâti.

Les flux entrants pour Rennes Métropole sont inférieurs à ceux de l'ensemble de la France, où la consommation de matériaux est supérieure à 5 t/hab (pour un périmètre de chantiers similaire selon les données de l'UNICEM sur les granulats seulement). Ceci peut être lié à une plus forte extension urbaine en moyenne en France<sup>10</sup>.

Tableau 1.2.4. Flux entrants par habitant par niveau d'armature urbaine du SCOT et flux entrants dans la Métropole du Grand Paris, 2017-2019, t/habitant

	Tous les chantiers bâtiment routier	Construction de bâtiments	Réhabilitations de bâtiment	Développement réseau routier	Renouvellement réseau routier
Cœur de métropole - Rennes	3,4	3,3	0,02	0,01	0,04
Cœur de métropole hors Rennes	5,3	4,9	0,014	0,2	0,2
Pôle	3,7	3,3	0,007	0,2	0,1
Pôle de proximité SRU	4,2	3,2	0,002	0,8	0,2
Pôle de proximité non SRU	4,2	2,5	0,004	1,3	0,5
<b>Rennes Métropole</b>	<b>3,8</b>	<b>3,4</b>	<b>0,01</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>
<b>Métropole du Grand Paris</b>	<b>1,8</b>	<b>1,5</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>

Source : cette étude

<sup>10</sup> Pour une comparaison des consommations de matériaux et caractéristiques de l'urbanisation de différents territoires, voire notamment Augiseau et Kim (2021a et 2021b ; articles en ligne).

La comparaison des flux sortants par habitants montre également un gradient du centre vers la périphérie, à l'exception des communes du Cœur de Métropole hors Rennes où les flux sont les plus élevés, en particulier pour la construction et démolition de bâtiments. Les flux par habitant sont plus faibles que pour la Métropole du Grand Paris, ce qui est lié à des flux sortants pour la démolition de bâtiments moindres. Cette différence pourrait résulter d'une moindre intensité du renouvellement urbain. Pour l'ensemble de la France, le total des déchets de chantiers s'élève à environ 3,5 t/hab en 2014 (CGDD, 2018). La différence pourrait résulter d'une moindre extension urbaine et de moindres flux générés par les travaux routiers dans Rennes Métropole.

Tableau 1.2.5. Flux sortants par habitant par niveau d'armature urbaine du SCOT et flux sortants dans la Métropole du Grand Paris, 2017-2019, t/habitant

	Tous les chantiers bâtiment routier	Construction de bâtiments	Démolition de bâtiments	Réhabilitations de bâtiments	Développement réseau routier	Renouvellement réseau routier
Cœur de métropole - Rennes	1,3	0,8	0,3	0,02	0,01	0,04
Cœur de métropole hors Rennes	2,7	1,3	1,1	0,01	0,2	0,2
Pôle	1,6	0,9	0,4	0,01	0,2	0,1
Pôle de proximité SRU	1,8	0,8	0,2	0,002	0,6	0,2
Pôle de proximité non SRU	2,2	0,5	0,2	0,004	0,9	0,5
<b>Rennes Métropole</b>	<b>1,6</b>	<b>0,9</b>	<b>0,4</b>	<b>0,01</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>
<b>Métropole du Grand Paris</b>	<b>2,1</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>

Source : cette étude

### 1.2.3. Projection des flux de matériaux de construction et déchets de chantiers de 2020 à 2030

La projection des flux de 2020 à 2030 fait apparaître 5 points clés :

- la variation des flux entrants et sortants totaux d'ici 2030 sera relativement faible par rapport à 2017-2019 si les objectifs du PLH sont atteints, ce qui engendrera une forte accumulation nette de matériaux dans la métropole ;
- la construction et la démolition de bâtiments représenteront une forte part dans les flux (ce qui pourrait être confirmé par des données plus complètes sur les travaux routiers) ;
- les matériaux excavés et le béton sont majoritaires dans les flux (avec une répartition entre matériaux consommés qui pourrait être affinée par la prise en compte de données plus fines) ;
- les flux d'éléments de second œuvre (portes, fenêtres, isolants) augmenteront si les objectifs du Plan Climat sont atteints ;
- la distribution spatiale des flux évoluera si les objectifs du PLH sont atteints, avec une part flux faible de Rennes au profit des autres communes du Cœur de Métropole (Cesson-Sévigné, Chantepie, Saint-Grégoire, Saint-Jacques-de-la-Lande).

#### a. Flux totaux par période : de faibles variations si les objectifs du PLH sont atteints

Ainsi que le montre la figure 2.7, selon les données et hypothèses adoptées pour la projection des flux, les variations entre la période du diagnostic (2017-2019) et les 3 périodes distinguées pour les projections jusqu'en 2030 seront faibles. Les flux seraient en légère baisse en 2020-2022 mais repartiraient à la hausse à partir de 2023 si les objectifs du PLH sont atteints. A partir de 2023, les flux seraient légèrement supérieurs aux flux en 2017-2019 : +7 % pour les flux entrants et +15 % pour les sortants. Cette stabilité des flux d'ici une dizaine d'années serait favorable au développement d'une stratégie d'économie circulaire.

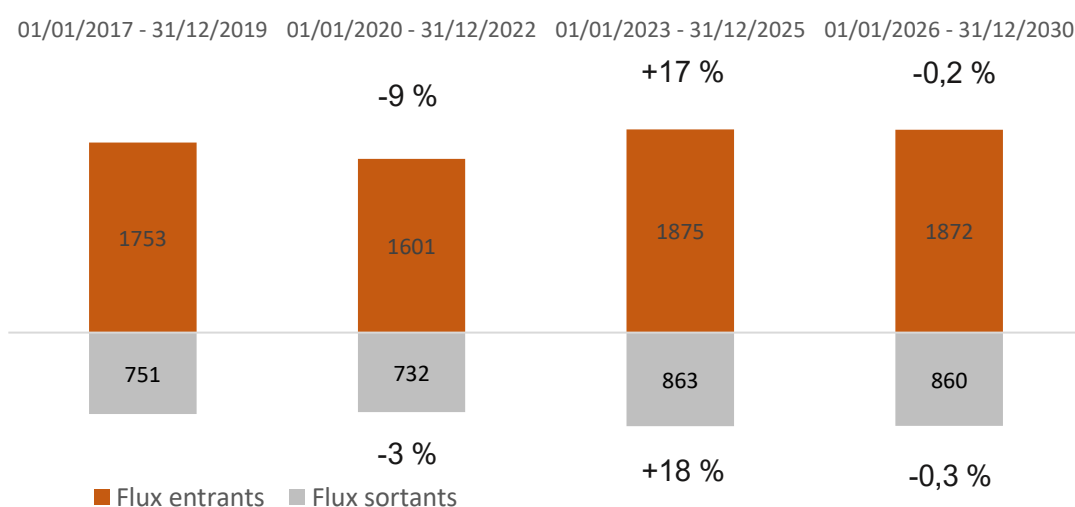


Figure 2.7. Flux entrants et sortants par période et évolution d'une période à l'autre, Rennes Métropole, 2017-2019 et jusqu'en 2030, kt et %

Source : cette étude

## b. Flux par type de chantier : la construction de bâtiments domine

Ainsi que le montre la figure 2.8, la construction de bâtiments générera les premiers flux entrants (matériaux mis en œuvre) et sortants (matériaux excavés, déblais). La démolition de bâtiments générera les deuxièmes flux sortants, suivie par le développement du réseau de routes locales. Si la part de ces chantiers dans le total des flux estimés restera minime, les flux entrants et sortants générés par la réhabilitation de logements augmenteront, passant de 6 kt en 2017-2019 à 16 kt en 2023-2025 puis 13 kt en 2026-2030. Rappelons que l'ensemble des travaux de réhabilitation ne sont pas pris en compte ici, et notamment les travaux portant sur les locaux d'activité.

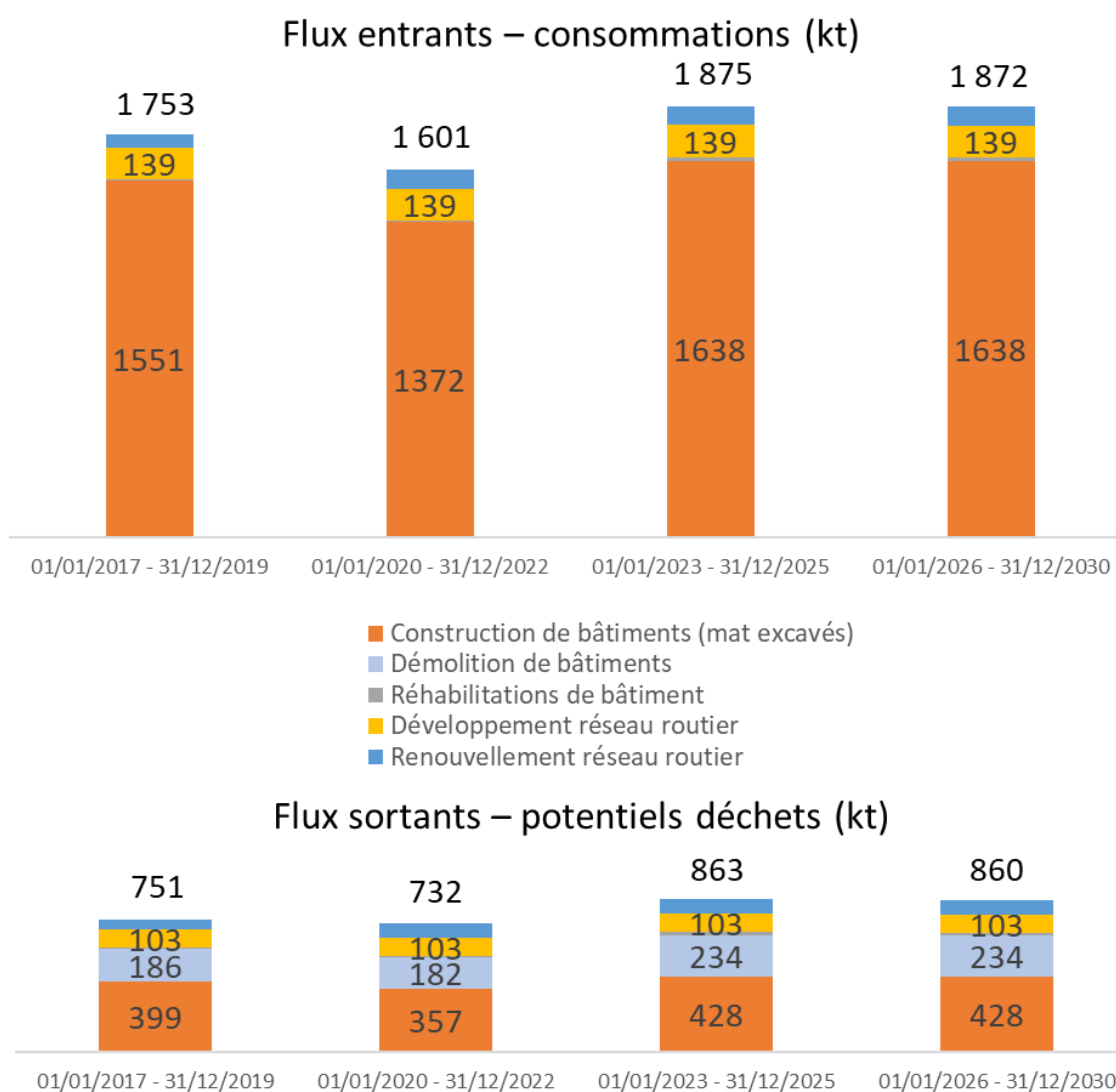


Figure 2.8. Flux entrants et sortants par type de chantier, Rennes Métropole, 2017-2019 et jusqu'en 2030, kt

Source : cette étude

### c. Flux par matériau : béton et matériaux excavés dominant

Ainsi que le montre la figure 2.9, selon les données et hypothèses adoptées pour la projection des flux, le béton restera dominant dans les consommations. Les matériaux excavés générés lors de la construction de bâtiments et les travaux de développement routier constitueront les premiers flux sortants, suivis par le béton puis les autres matériaux minéraux (dont plâtre, mortier, ardoise) issus de la démolition de bâtiments.

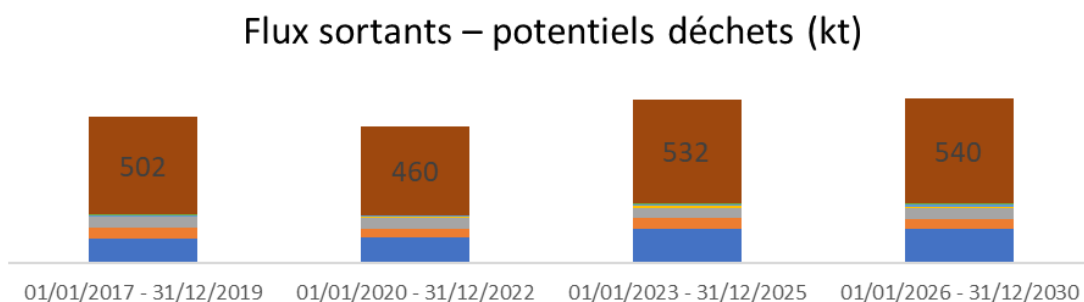
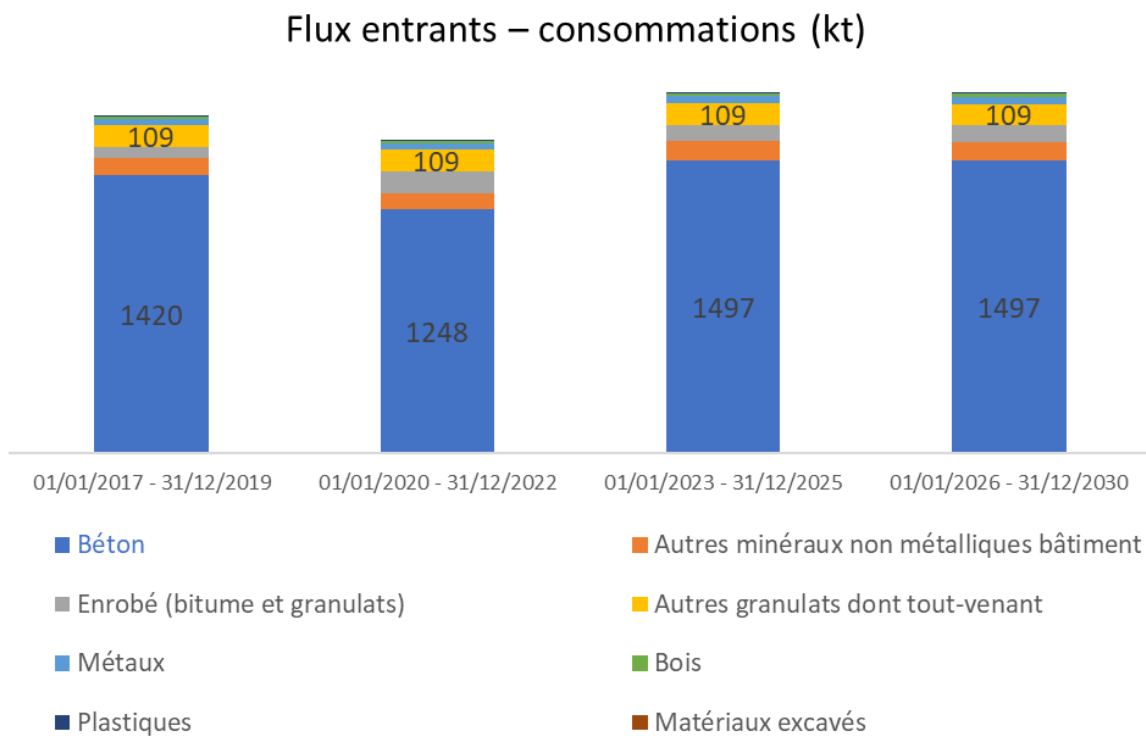


Figure 2.9. Flux entrants et sortants par matériau, Rennes Métropole, 2017-2019 et jusqu'en 2030, kt

Source : cette étude



#### d. Flux par niveau d'armature urbaine du SCOT : une hausse des flux dans le cœur de métropole hors Rennes

Ainsi que le montre la figure 2.10, une évolution de la répartition spatiale des flux sera observée si les objectifs du PLH sont atteints : un recul de la part de Rennes au profit des autres communes du Cœur de Métropole, et dans une moindre mesure des communes de pôle. La part de Rennes dans les flux entrants passera de 42 % en 2017-2019 à 26 % à partir de 2023. Les valeurs respectives pour les flux sortants sont de 37 % et 22 %. Ce recul bénéficiera aux autres communes du Cœur de Métropole dont la part passera de 16 à 31 % à partir de 2023 pour les consommations et 19 à 34 % pour les flux sortants.

Si ce déplacement des flux de Rennes vers la périphérie proche permet de rapprocher les chantiers des installations actuelles ou futures de gestion des déchets de chantiers, cette évolution pourrait être favorable à une stratégie d'économie circulaire. Notons cependant que nous n'avons pas pu obtenir de données détaillées par commune sur les objectifs de construction du PLH, données clés pour les projections (données récoltées par niveau d'armature urbaine du SCOT uniquement). Aussi cette analyse plus fine n'est pas possible ici.

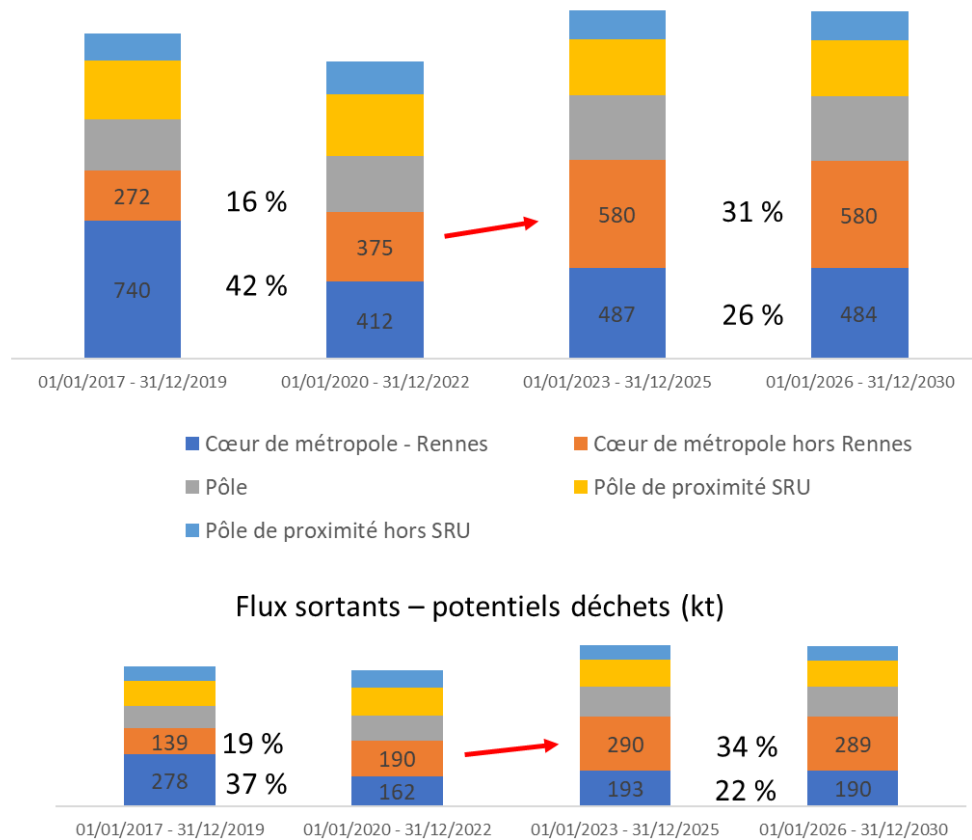


Figure 2.10. Flux entrants et sortants par niveau d'armature urbaine du SCOT, Rennes Métropole, 2017-2019 et jusqu'en 2030, kt

Source : cette étude

## 1.3. Perspectives ouvertes par l'étude des stocks et flux

### 1.3.1. Une étude du métabolisme à poursuivre

Cette étude a permis de répondre aux besoins exprimés par Rennes Métropole en apportant des données chiffrées et de premiers éléments d'analyse qui seront affinés lors de la phase 2. Elle s'est appuyée sur de nombreuses sources de données locales qui ont été mises à disposition par la collectivité. Ces données ont apporté une grande partie des informations nécessaires sur le bâti et les chantiers. Des pistes d'amélioration peuvent néanmoins être identifiées tant en termes d'exhaustivité que de qualité des données. En effet, les manques suivants ont été observés :

- données sur le bâti actuel, en particulier sur la présence de surfaces en sous-sol et sur les modes constructifs utilisés avant 1948 ;
- données sur la construction de bâtiments en termes de surfaces en sous-sol et modes constructifs ;
- données sur la démolition de bâtiments (à l'exception de Rennes) en termes de surfaces et types de bâtiments démolis ;
- données sur la réhabilitation lourde et énergétique de locaux d'activité, ainsi que sur la réhabilitation lourde et énergétique de logements hors financements particuliers ;
- données sur les travaux d'extension du réseau routier.

Notons que ces limites sont observées dans la plupart des communes de France. Rennes dispose de données peu fréquentes sur la démolition de bâtiments. Les données sur la programmation des travaux routiers sont également très utiles pour ce type d'étude. Cependant, le traitement de cette base de données serait facilité par l'harmonisation des informations sur l'objet des travaux (saisie libre aujourd'hui avec des types renseignés très hétérogènes).

Concernant la projection des flux, le planning de l'étude n'a pas permis de récolter des données précises et finalisées sur les objectifs de construction de logements par communes qui sont en cours de définition dans le cadre de l'élaboration du nouveau PLH (ces informations seront ouvertes au public à partir de juin 2022). Nous n'avons pas non plus pu tenir compte d'hypothèses ou objectifs concernant le type de construction souhaité et les paramètres suivants ont été définis sur la base d'hypothèses tendanciennes :

- répartition entre logements collectif et logement individuel des objectifs de construction définis dans le PLH ;
- surface moyenne des logements ;
- modes constructifs ou matériaux privilégiés (un objectif de part des surfaces en structure bois dans la construction de logements et locaux tertiaires aurait pu être pris en compte par exemple) ;
- mode de renouvellement urbain (un objectif de réduction de la surface ou du nombre de logements démolis par logement construit aurait pu être pris en compte par exemple) ;
- projets de développement routier.

Par ailleurs, de même que pour le diagnostic, les travaux de réhabilitation de locaux d'activité, notamment locaux tertiaires, n'ont pas pu être pris en compte.

Cette collecte et production de données complémentaires permettrait de produire des estimations plus fines des flux par chantier, matériau et commune. Notons également qu'un champ large de matériaux a été pris en compte ici. Une future étude pourrait cibler certains matériaux, notamment de second œuvre, afin de définir une stratégie plus précise.

### 1.3.2. Une prise en compte des flux dans la planification urbaine à construire

Rennes Métropole a souhaité en priorité avec cette étude du métabolisme obtenir des données clés pour la définition de sa stratégie d'économie circulaire en termes de valorisation des déchets de chantiers (réemploi, réutilisation, recyclage). Les estimations seront ainsi utilisées par Neo-Eco en phase 2 de l'étude pour élaborer des scénarios de valorisation des déchets de chantiers, en s'appuyant également sur une analyse des acteurs et filières présents sur le territoire.

L'étude du métabolisme ouvre d'autres perspectives pour un volet d'une stratégie d'économie circulaire autour de la réduction des flux entrants (recherche de sobriété) de même que des flux sortants (prévention des déchets). Pour cela, des indicateurs sur la consommation de matériaux et la génération de déchets de chantiers du territoire pourraient être mobilisés dans les décisions de planification urbaine (SCOT, PLU et PLH notamment). Ces indicateurs peuvent porter sur les flux exprimés en masse ainsi que sur les impacts environnementaux associés (contribution à l'épuisement de ressources ou contribution au réchauffement climatique du transport des matériaux et déchets par exemple).

Ce type de réflexion a par exemple été proposé par Circle Economy *et al.* (2018) pour la stratégie d'économie circulaire d'Amsterdam, avec une approche autour de 4 axes priorisés dans cet ordre :

1. réduire la demande de ressources (utilisation du bâti, réhabilitation, formes urbaines)
2. identifier et exploiter les synergies locales (ressources secondaires)
3. couvrir les demandes restantes par des ressources à moindre impact environnemental dont ressources primaires locales (matériaux bio-sourcés ou géo-sourcés)
4. suivre les résultats (production et partage de données)

Une échelle d'impératifs assez proche est proposée par Geldermans (2016). L'auteur s'appuie sur *New Stepped Strategy* défini par van den Dobbelsteen (2008) en s'inspirant des concepts de *Cradle to Cradle* et qui consiste à réduire la demande, réutiliser et recycler, puis répondre à la demande restante de façon durable en ne rejetant que des émissions sans impact environnemental. Geldermans (2016) propose une stratégie en 6 étapes :

1. évaluer la valeur ajoutée des fonctions envisagées et de leur matérialisation, c'est-à-dire interroger le besoin de construction neuve ;
2. explorer les bâtiments en vacance actuelle et future au regard de leur disponibilité et exploitabilité ;
3. intégrer le changement dans une nouvelle conception adaptée ;
4. appliquer un dimensionnement intelligent ;
5. explorer la disponibilité et l'exploitabilité de matériaux existants ;
6. intégrer une réutilisation future de haute qualité.

La figure ci-après résume le processus de décision proposé par Geldermans (2016).

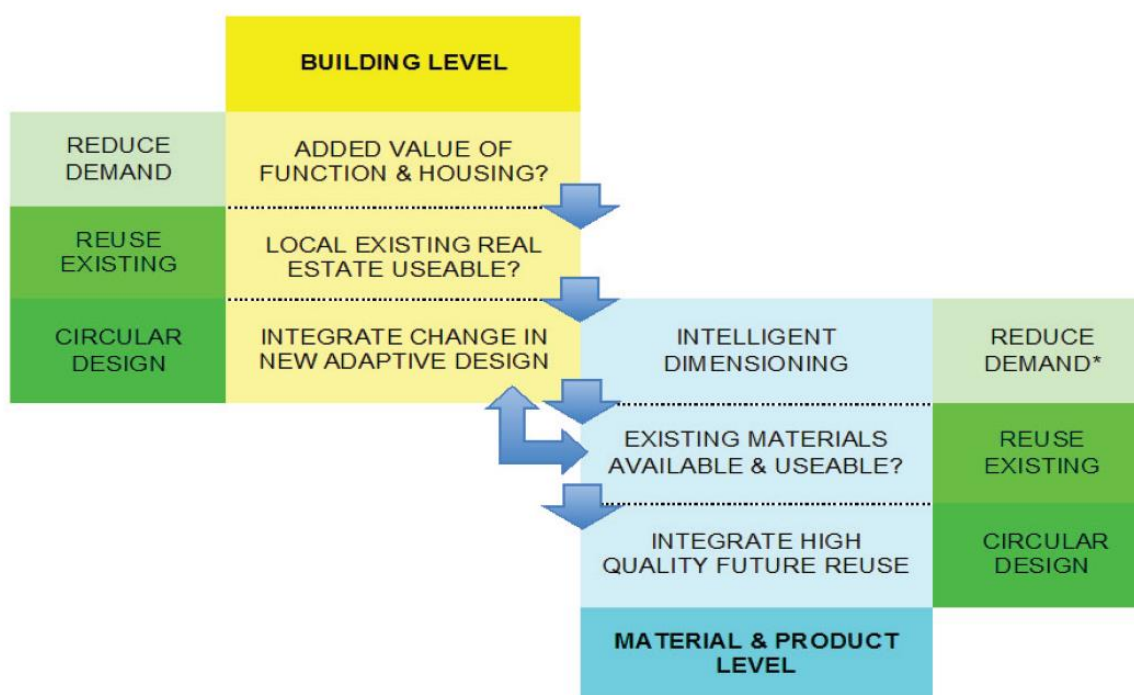


Figure 2.11. Processus de décision pour une stratégie d'économie circulaire dans la construction proposée par Geldermans (2016)

Source : Geldermans (2016)

La poursuite de l'étude du métabolisme pourrait permettre de simuler l'impact d'objectifs s'inspirant des principes proposés par les auteurs cités précédemment puis de suivre dans le temps l'atteinte de ces objectifs.

## 2. Etude de 6 secteurs

L'étude des secteurs a pour but de qualifier et quantifier les consommations des matériaux et le potentiel de déchets de chantiers à venir pour 6 secteurs d'opération d'aménagement et de construction de Rennes Métropole.

L'étude des secteurs a été réalisée selon 4 étapes :

- Etape 1 : Choix des secteurs et collecte de données sur les opérations de démolition, de réhabilitation et de construction ;
- Etape 2 : Réalisation des audits micro pour collecter sur site les données sur les matériaux, les éléments et les caractéristiques et ainsi évaluer le potentiel de valorisation des matériaux secondaires ;
- Etape 3 : Exploitation des données des audits et estimation des flux sortants (potentiel maximal des déchets de chantiers) et les flux entrants (besoins en matériaux).
- Etape 4 : Réalisation des fiches par secteur

### 2.1. Méthode d'étude des secteurs

#### 2.1.1. Choix des secteurs et collecte de données

##### a. Choix des secteurs étudiés

Le choix des secteurs a été réalisé à partir d'une présélection proposée par Rennes Métropole, en fonction des projets présentant une visibilité et en tenant compte des paramètres suivants :

- localisation,
- typologies de bâtiments,
- diversité de typologies de bâtiments au sein d'un même secteur,
- typologies d'opérations,
- diversité d'opérations au sein d'un même secteur, et notamment caractère renouvellement urbain, extension urbaine, ou mixte,
- surfaces de plancher concernées,
- maîtrises d'ouvrage, et notamment leur caractère public/privé, ainsi que le caractère diffus éventuel, au sein d'un même secteur,
- temporalité projet et état d'avancement.

Tableau 2.1.1. Présentation des secteurs

	ZA du HIL	ZAC Bois Perrin	Via Silva	CHGR Strasbourg	ZAC EuroRennes	Landes d'Apigné	ZAC Multisites	ZAC Begassière
Localisation	Noyal Chatillon	Rennes	Cesson-Sévigné	Rennes	Rennes	Le Rheu	Saint-Gilles	Montgermont
Armature urbaine	Pôle de proximité SRU	Cœur de métropole	Cœur de métropole	Cœur de métropole	Cœur de métropole	Pôle d'appui à la commune	Pôle de proximité SRU	Pôle de proximité SRU
Opérations	Typologie	Construction	Réhabilitation + construction	Démolition + construction	Démolition + construction	Démolition + construction	?	Démolition + construction
	Diversité	-	+	+	+	+	-	+
Usages	-	+	+	+	+	-	+	+
Surfaces	+	+	+	+	-	+	+	?
MOA	RM	VdR	Territoires	Territoires	Territoires + SNEF	Privée, diffuse	Giboire	Territoires
Avancée du projet	+ 2023	-	+ 2023	- 2025	-	+ 2022	-	- 2027

Source : cette étude

Cette sélection s'est faite en concertation avec Rennes Métropole lors d'un échange le 30 novembre 2021.

Les secteurs retenus étaient alors :

- la ZA du Hil,
- Via Silva,
- le CHGR,
- Landes d'Apigné,
- la ZAC multisites,
- la Bégassière.

Par la suite le secteur de la ZAC multisites de St Gilles a été remplacé par la ZAC Val de Sermon à Mordelles. La localisation des secteurs est présentée dans la carte ci-après.

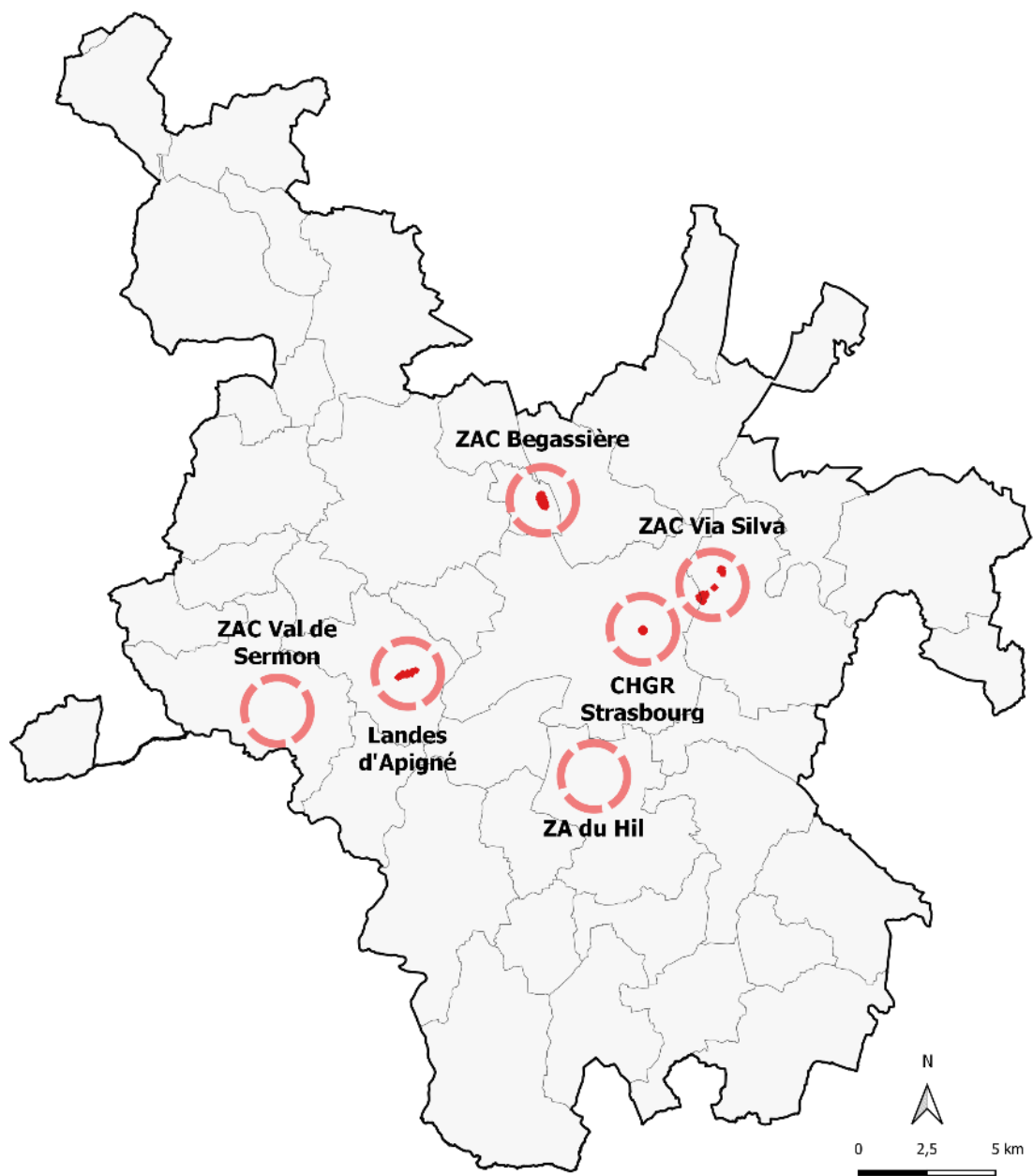


Figure 2.1. Localisation des 6 secteurs de l'étude

Source : cette étude

## b. Collecte de données

Afin de modéliser les flux de matériaux liés aux opérations des secteurs, la collecte de données a été réalisée entre février et mars 2022 par des échanges avec les acteurs du projet : chargés de projet au sein de Rennes Métropole, aménageurs et des communes.

Les données collectées sont :

- MOA,
- Adresse du site de l'opération, ou numéro de parcelle concernée par l'opération,
- Qualification de l'opération : déconstruction, réhabilitation, construction,
- Typologie de bâti : locaux d'activité, logement individuel, logement collectif,
- Nombre de logements démolis ou réhabilités,
- Surface de plancher programmatique et/ou nombre de bâtis et logements à construire,
- Si démolition d'une partie seulement des bâtiments présents sur la parcelle, précision des bâtiments concernés,
- Nature des travaux de réhabilitation, si concerné,
- Datation des débuts et fin de travaux.

A partir des données collectées, nous avons produit une base de données sur l'ensemble des chantiers à réaliser au sein de ces secteurs. Ce travail a permis d'identifier les principaux chantiers au sein des secteurs qui généreront à court et moyen termes (horizon de 7 années entre 2022 et 2028) des flux pouvant entrer dans une démarche d'économie circulaire.

Au total, 49 chantiers ont été identifiés. Pour les flux sortants de déchets de chantiers, 1 opération de réhabilitation, 1 de requalification de voiries, et 19 opérations de démolition du bâtiment ont été recensées. Parmi ces derniers, 2 opérations ont déjà démarré et 1 porte sur un tronçon de voirie considéré à faible impact matériaux et exclue dans l'étude. Pour les flux entrants des matériaux, 28 opérations de construction de bâtiments et de voirie et parking ont été recensées dont 1 opération déjà démarrée exclue de l'étude.

Les données disponibles sur les chantiers de construction n'indiquant pas généralement suffisamment précisément les techniques constructives qui seront utilisées, une hypothèse de construction selon les techniques constructives dominantes en béton est adoptée. Ce choix est cohérent si l'on considère notamment la part de marché faible de la construction bois en 2020 en Bretagne : 6,6 % (voir note de bas de page 3).

Si ce choix permet de bien répondre aux objectifs définis pour cette étude, notons qu'il aurait été possible de prendre compte d'autres modes constructifs que la structure béton. Les seuils de consommation d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre progressifs imposés par la réglementation environnementale RE2020 vont engendrer une évolution des modes constructifs, avec une part croissante de matériaux bio-sourcés. Les hypothèses adoptées ici sont cohérentes avec les exigences de la RE2020 définies pour les permis de construire déposés jusqu'en 2025 (voir note de bas de page 4).



Le tableau suivant présente les informations synthétiques sur les opérations recensées et sélectionnées.

Tableau 2.1.2. Nombre de chantiers (adresses/parcelles) recensés et pris en compte dans l'étude par type d'opération (démolition, construction) et par secteur

Secteur	Nombre de chantiers* recensés	Démolition	Réhabilitation/ requalification	Construction	Opération exclue	Nombre de chantiers* pris en compte dans l'étude
<b>CHGR</b>	6	3	1	2	2	4
<b>La Bégassière</b>	4	1		3		4
<b>Landes d'Apigné</b>	23	11	1	11	3	20
<b>Via Silva</b>	10	4		6	2	8
<b>ZA du Hil</b>	2			2		2
<b>ZAC Val de Sermon</b>	4			4		4
<b>Ensemble</b>	49	19	2	28	7	38

\* Unité d'enquête : adresses/parcelles/lots

Source : cette étude

## 2.1.2. Méthode de réalisation des audits

### a. Principe des audits

La collecte de données permet à la fois de compiler les éléments nécessaires à CitéSource pour estimer les flux de matériaux résultants des projets considérés, mais également de mieux appréhender le projet pour réaliser des audits terrain.

Ceux-ci, réalisés par Néo-Eco, ont un double objectif :

- d'une part quantifier les matériaux par typologie ;
- d'autre part qualifier les éléments formant les gisements de matériaux, leur potentiel de réemploi, ainsi que les points d'attention techniques pouvant freiner la démarche de déconstruction sélective.

Les audits de site ont été organisées, pour chaque secteur, de manière à visiter un maximum de bâtiments à démolir ou réhabiliter.

11 bâtiments ont fait l'objet d'un audit quantitatif et qualitatif, répartis sur les quatre secteurs présentant des opérations de renouvellement urbain (déconstructions et/ou réhabilitations dans le périmètre d'étude).

A partir des données collectées sur site, des plans et autres documents transmis par les MOA, chargés de projet à Rennes Métropole, ou locataires des sites, une estimation quantitative par matériau est réalisée. Ces données sont ensuite intégrées et extrapolées à l'échelle du secteur.

Tableau 2.1.3. Vue d'ensemble de la représentativité des visites réalisées par secteur

	Via Silva		CHGR		Landes d'Apigné		Bégassière	
	Total secteur étudié	Visité	Total secteur étudié	Visité	Total secteur étudié	Visité	Total secteur étudié	Visité
Nombre de bâtiments concernés par de la démolition ou réhabilitation dans le périmètre étudié	10	1	3	3	21	3	32	4
Surface associée (SDP) en m <sup>2</sup>	14 000	2 700	12 000	8 500	6 500	2 200	26 500	7 500
Couverture du secteur :	19 %		70 %		34 %		28 %	

Source : cette étude

Pour cette phase d'étude aucune distinction n'a été prise en compte lors de l'audit en termes de nature des travaux (réhabilitation ou démolition). Les données recensées permettent d'alimenter la base de données et corriger la constitution établie des bâtiments similaires. La nature des travaux qui y sont réalisés tient davantage d'une nuance d'exploitation des données une fois celles-ci finalisées.

Les audits réalisés sont présentés dans les points suivants.

## b. Présentation des audits réalisés

### Synthèse des bâtiments audités

Le tableau ci-dessous présente les bâtiments audités pour tous les secteurs.

Tableau 2.1.4. Synthèse des bâtiments audités

Numéro de l'audit	Quartier	Adresse	Bâtiment
1	Via Silva C4 Sud	80 Av. des Buttes de Coesmes, 35000 Rennes	DRIRE
4	La Bégassière	17 Rue de la Métrie, 35760 Montgermont	Garage stockage
5	La Bégassière	11 Rue de la Métrie, 35760 Montgermont	Bâtiment 2
6	La Bégassière	Bd d'Emeraude, Rte du meuble 35760 Montgermont	Bâtiment 3
7	La Bégassière	Bd d'Emeraude, Rte du meuble 35760 Montgermont	Bâtiment 4
8	Landes d'Apigné	87 Rue Nationale, 35650 Le Rheu	Garage automobile
9	Landes d'Apigné	36 Rue Nationale, 35650 Le Rheu	Bâtiment 5
10	Landes d'Apigné	61 Rue Nationale, 35650 Le Rheu	Hôtel
11	CHGR	108 Rue du général Leclerc, 35000 Rennes	SP1
12	CHGR	108 Rue du général Leclerc, 35000 Rennes	SP31
13	CHGR	108 Rue du général Leclerc, 35000 Rennes	SP30

Source : cette étude

## Via Silva

### DRIRE – ilot C2 sud



Aménageur : Territoires

Promoteur : Lamotte

Bâti : Bureaux

Adresse : 80 avenue des Buttes de Coësmes, Rennes

Faute d'accès aux bâtiments, ont également été intégrés à l'étude les diagnostics déchets réalisés dans le cadre de la démolition des bâtiments Gallium et Germanium.

## CHGR

MOA : CHGR

AMO : Territoires

Bâti : Bâtiments d'activité et logements

Adresse : Boulevard de Strasbourg, Rennes

### SP1 – Bâtiment Hospitalier



### SP31 – Service de soins



### SP30 – Logements de fonction



## Landes d'Apigné

### Garage



MOA : Bâti Armor

Bâti : Bâtiment d'activités

Adresse : 87 rue Nationale, Le Rheu

### Hôtel Restaurant



MOA : Nexity

Bâti : Bâtiment d'activités

Adresse : 36 rue Nationale, Le Rheu

### Bar Tabac



MOA : Bouygues

Bâti : Logement avec commerces en RDC

Adresse : 63 rue Nationale, Le Rheu



## Bégassière



Aménageur : Territoires

Bâti : Bâtiments d'activités et logements individuels

Adresses : à Montgermont

- 11 chemin de la Métrie
- 17 chemin de la Métrie
- 4 rue des Chênes
- Boulevard d'Emeraude, route du Meuble



### c. Bilan de la réalisation des audits

L'organisation des visites de sites, et notamment la prise de contact avec les interlocuteurs adéquats, leur planification, l'accès au site, la récupération des documents pertinents pour préparation, sont autant d'éléments qui ont pris davantage de temps qu'usuellement. Et ce pour plusieurs raisons :

- Le nombre de lots et bâtiments entrant dans cette étude de secteurs ;
- Le nombre d'interlocuteurs ;
- La temporalité limitée de réalisation de cette partie de l'étude.

Finalement, 11 visites ont pu se faire grâce à l'implication active de Rennes Métropole et de différents acteurs communaux et privés.

### 2.1.3. Intégration des données des audits et estimation des flux sortants et entrants

L'étape 3 consiste à analyser les résultats du diagnostic micro et à les intégrer aux résultats de l'étude des secteurs.

#### a. Analyse des données issues des audits

Dans un premier temps, nous avons établi une table de correspondance pour agréger les matériaux et les produits issus des données de l'audit micro de Neo-Eco. Cette table de correspondance permet d'agréger les données en 12 groupes de matériaux et de comparer aux besoins en matériaux et aux gisements de déchets entre différents projets : 9 groupes de matériaux pour quantifier les matériaux des bâtiments (*Béton, Métaux, Bois, Plastiques, Brique, Pierre, Plâtre, Verre, Autres minéraux non métalliques*) et 3 groupes pour inclure les matériaux issus des opérations de démolition et de requalification des espaces extérieurs (*Enrobé, Autres granulats dont tout-venant, Matériaux excavés*). Les mélanges DI, DD et DND qui ne peuvent pas être estimés selon ces 12 matériaux représentent une masse faible et sont ignorés dans l'étude.

Tableau 2.1.5. Table de correspondance entre les groupes de matériaux agrégés de CitéSource et les matériaux des données de l'audit de Neo-Eco

Matériau	Classement	Groupe de matériaux
Acier	Métaux (détail éventuel)	METAUX
Aluminium	Métaux (détail éventuel)	METAUX
Béton	Béton et pierre	BETON
Béton armé	Béton et pierre	BETON
Béton de scorie	Béton et pierre	BETON
Bois	Bois : faiblement adjuvés	BOIS
Bois alvéolaire	Bois : faiblement adjuvés	BOIS
Brique	tuiles et briques	BRIQUE
Carrelage	Céramique (carrelage, faïence et sanitaires)	AUTRES MINERAUX NON METALLIQUES
Composite verre	Mélange de DND listés ci-dessus	MELANGE DND
Cuivre	Métaux (détail éventuel)	METAUX
Dalle Beugin	tuiles et briques	AUTRES MINERAUX NON METALLIQUES
Enrobés bitumineux	Mélanges bitumeux contenant du goudron	PLASTIQUES
Fibralith	Isolants : Autres	BOIS
Fonte	Métaux (détail éventuel)	METAUX
Laine de bois	Isolants : Autres	BOIS

Source : cette étude

A partir des données des bâtiments audités, nous avons obtenus les densités surfaciques de matériaux en kg/m<sup>2</sup> SHOB de bâtiments pour cinq catégories de bâtiments : 1) Bâtiment du secteur tertiaire et services 1975-2000 type bureau, intitulé « *Bâtiment du secteur tertiaire et services* » ; 2) Bâtiment du secteur tertiaire et services 1975-2000 type petite commerce, intitulé « Bâtiment du secteur tertiaire et services » regroupé avec 2) ; 3) Bâtiment commercial en métal dédié au transport, entreposage et activités commerciales, intitulé « Bâtiment commercial en métal » ; 4) Bâtiment pour enseignement social santé 1930, intitulé « Bâtiment pour enseignement social santé » ; 5) Bâtiment de stockage en béton, intitulé « Bâtiment de stockage ». Pour les autres types d'ouvrages bâtis (bâtiments, voiries) plus minoritaires en termes de gisements de matériaux secondaires, les densités en matériaux utilisés lors de l'étude de stocks de la phase précédente ont été reprises. Ce sont des pavillons regroupés dans l'intitulé, « Habitat individuel » et voiries et parking regroupées dans l'intitulé « Voiries ».

Pour les intitulés des bâtiments en opération de démolition et de réhabilitation, les bâtiments du même usage se trouvant tous dans la même période de construction, par exemple les bâtiments du secteur tertiaire et services qui datent de 1975-2000, du même pour les bâtiments pour enseignement, social et santé qui datent de 1930. Nous avons supprimé ici la période de construction pour simplifier les intitulés.

Tableau 2.1.6. Correspondance entre les intitulés des types de bâtiments

<b>Classement</b>	<b>Intitulé dans les résultats de l'étude</b>
Bâtiment du secteur tertiaire et services 1975-2000 type bureau	Bâtiment du secteur tertiaire et services
Bâtiment commercial en métal (dédié au transport, entreposage et activités commerciales)	Bâtiment commercial en métal
Bâtiment du secteur tertiaire et services 1975-2000 type petite commerce	Bâtiment du secteur tertiaire et services
Bâtiment pour enseignement social santé 1930	Bâtiment pour enseignement social santé
Bâtiment de stockage	Bâtiment de stockage
Habitat individuel	Habitat individuel
Voiries et parking	Voiries

Source : cette étude

### **Bâtiment du secteur tertiaire et services**

Le type intitulé « Bâtiment du secteur tertiaire et services » inclut les bureaux et les petits commerces en périphérie (bâtiments hôtels, petits commerces du quartier Landes d'Apigné). Les densités pour les bureaux sont issues des données des audits 1, 2 et 3 du quartier Via Silva (voir tableau 2.1.4 et détail par secteur). Ces données sont utilisées pour estimer les matériaux de ce type sur l'ensemble des secteurs.

Pour le type « Bâtiment du secteur tertiaire et services » petit commerce (petits pavillons ou collectifs avec RDC commerce ou transformés en commerce ou en hôtel), les densités sont issues des données des audits 9 et 10 du quartier Landes d'Apigné (voir tableau 2.1.4 et détail par secteur). Ces données sont utilisées sur l'ensemble des secteurs pour estimer le potentiel de déchets du groupe de « Bâtiment du secteur tertiaire et services » type petit commerce.

### **Bâtiment pour enseignement social santé**

Pour les bâtiments pour enseignement social santé, les données issues des audits 11, 12 et 13 du secteur CHGR sont utilisées (voir tableau 2.1.4 et détail par secteur). Les bureaux en annexe ne sont pas distingués mais considérés comme un ensemble de cette catégorie de bâtiments. Ce type de bâtiments étant unique sur l'ensemble des secteurs, les données saisies sont incluses dans les résultats de l'étude pour les bâtiments concernés.

### **Bâtiment commercial en métal**

Cette catégorie de bâtiments inclut les « Bâtiment commercial en métal » dédié au transport, entreposage et activités commerciales, qui sont localisés souvent en zone d'activités périphérique (audits 5, 6,7 et 8 ; voir tableau 2.1.4 et détail par secteur).

### **Bâtiment de stockage**

Un seul bâtiment de ce type est observé sur l'ensemble des secteurs (audit 4, voir tableau 2.1.4 et détail par secteur).

## **b. Estimation des gisements et des besoins**

Dans un second temps, des densités moyennes en matériaux par type établies selon les données de l'audit sont attribuées à chaque bâtiment des types correspondants sur la base d'informations sur l'année de construction et l'utilisation du bâtiment. Les gisements et les besoins sont identifiés selon les données récoltées par opération à laquelle un ID\_adresse est attribué : identifiant unique d'adresse et de parcelle selon les données transmises par Neo-Eco Développement lors de l'enquête. Ces résultats obtenus par opération (ID\_adresse) permettent d'agréger les données selon les opérations (Macro lot1 de la ZAC Val de Sermon, Via Silva-voirie, etc.) et selon les secteurs.



## 2.2. Résultats de l'étude des secteurs

### 2.2.1. Résultats synthétiques par secteur

#### Secteur 1 : La Bégassière, Montgermont

##### Typologie des bâtiments existants

- Zone d'activité à dominante de bâtiments commerciaux en métal et du secteur tertiaire et de services.

##### Projet de démolition et de construction :

- Démolition totale du secteur. La construction d'environ 83 000 m<sup>2</sup> de logements et de locaux commerciaux est prévue. Le calendrier du projet de démolition et de reconstruction n'est pas défini et reste hypothétique. Les projets devraient voir le jour après 2027.

##### Maitre d'ouvrage : Territoires

**Récapitulatif des données saisies :** Démolition totale des bâtiments du secteur et reconstruction des bâtiments et de voiries et de parking.

Les 4 chantiers recensés pour La Bégassière sont pris en compte dans l'étude.

Tableau 2.2.1. Résumé des opérations à La Bégassière

MOA	Projet urbain	Type de chantiers	Pris en compte	Audit	Commentaire
Territoires	Bégassière - RU	Démolition	Oui	4 bâtiments audités	Bâtiments commerciaux et industriels dominants. Les données des tableaux ne précisant pas les adresses, les bâtiments en opération de démolition sont identifiés selon la carte AUDIAR (ci-après)
Territoires	Bégassière - RU + EU	Construction	Oui		
Territoires	Bégassière - Parking relai	Construction	Oui		Pas d'information précise, mais sont prises en compte 40 places publiques + une quantité non définie de places privées sur l'espace RU et 126 places sur l'espace EU
Territoires	Bégassière - Voirie	Construction	Oui		1 500 mètres linéaires dont 1 000 m avec largeur 4,5 m, 500 m avec largeur 10 m

Source : Données collectées par Neo-Eco avec le fichier « Enquête de flux » mis à disposition par CitéSource

## Plan de démolition



Figure 2.6. Plan de démolition de La Bégassière à Montgermont

Source : AUDIAR

### Flux entrants (consommation de matériaux) et sortants (potentiels déchets de chantiers) du secteur

Ce secteur est le plus important en termes de potentiel de déchets valorisables. Les flux sortants du secteur totalisent 82 kt de déchets potentiels, dont environ 50 % de béton. Le quartier est le 2ème plus important parmi les 6 secteurs en termes de flux entrants. Ces derniers s'élèvent à 171 kt, dont environ 80 % de béton<sup>11</sup>. La masse est environ deux fois plus élevée que les flux sortants du secteur.

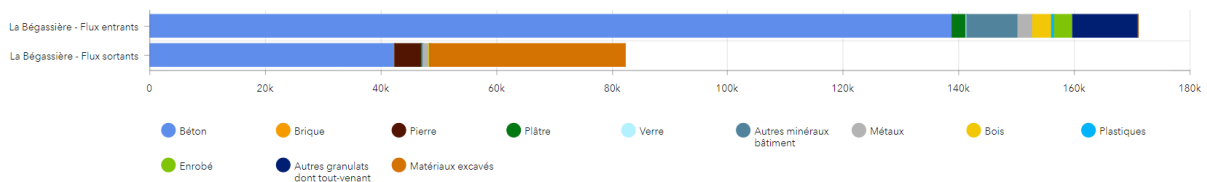


Figure 2.7. Flux entrants et sortants de matériaux à La Bégassière, tonne

Source : CitéSource, à partir des données des audits de bâtiments de Neo-Eco

<sup>11</sup> Notons que cette part du béton résulte des hypothèses adoptées en termes de structure des bâtiments à construire.

## **Analyse qualitative des flux sortants**

Les audits réalisés ont porté sur différentes tailles et usages de bâtis, afin d'avoir un échantillon représentatif du secteur. Les gisements seront principalement issus de bâtiments d'activités (commerces, entrepôts). Le potentiel en réemploi y est généralement plus élevé que dans les logements, du fait des techniques constructives (telles que les structures avec charpentes), du mobilier et équipements liés à l'activité, ainsi que des équipements pour le respect des réglementations ERP. Néanmoins, malgré ce potentiel observé, les lieux étaient en grande partie occupés ce qui ne permettait pas de connaître avec exactitude les éléments qui seront éligibles au réemploi lors de la déconstruction des bâtiments.

Concernant le recyclage et le potentiel de tri des matériaux quantifiés, il n'a pas été relevé de point d'attention technique particulier. A noter cependant la possibilité que le cas par cas spécifique à chaque opération puisse mettre en évidence des complexes non observés lors de cette étude.

## Secteur 2 : CHGR Strasbourg, Rennes

### Typologie des bâtiments existants

- Bâtiment pour enseignement social santé 1930 et ses annexes

### Projet de démolition et de construction :

- Le bâtiment principal, l'hôpital, et ses 2 annexes seront démolis. Un bâtiment, annexe logement, sera réhabilité. Le projet prévoit environ 21 000 m<sup>2</sup> de logements et de locaux d'activités construits en 2024.

### Maitre d'ouvrage : CHGR

Récapitulatif des données saisies : Démolition totale des bâtiments hôpital et annexes du secteur. Pour l'opération de réhabilitation de l'annexe logement, la nature de travaux reste à définir en 2022. Nous avons fait une hypothèse de réhabilitation lourde du bâtiment.

4 des 6 chantiers recensés pour le secteur sont pris en compte (unité d'enquête : adresses/parcelles/lots).

Tableau 2.2.2. Résumé des opérations au CHGR Strasbourg

MOA	Projet urbain	Type de chantiers	Pris en compte	Audit	Commentaire
CHGR	CHGR SP31 -	Réhabilitation	Oui	bâtiment audité	Changement d'usage : anciens logements convertis en unité de soin. Nature précise des travaux à définir par le promoteur (attribution courant 2022). Cette opération est considérée comme une réhabilitation lourde. Données de Neo-Eco issues de l'audit du bâtiment prises en compte
CHGR	CHGR - SP1	Démolition	Oui	bâtiment audité	Données de Neo-Eco issues de l'audit du bâtiment prises en compte
CHGR	CHGR SP30 -	Démolition	Oui	bâtiment audité	Données de Neo-Eco issues de l'audit du bâtiment prises en compte
CHGR	CHGR voirie -	Démolition	Non		Petit tronçon de voies non pris en compte dans l'étude
CHGR	CHGR	Construction	Oui		

Source : Données collectées par Neo-Eco avec le fichier de « Enquête de flux » mis à disposition par CitéSource

## Plan de démolition et de réhabilitation

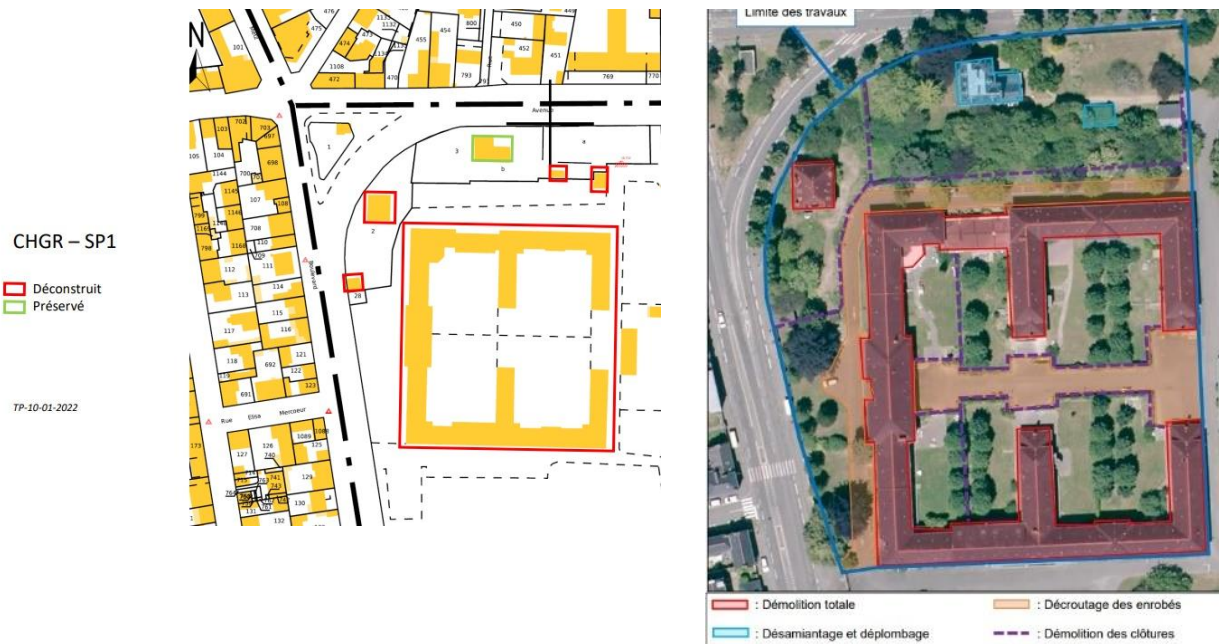


Figure 2.8. Plans de démolition et de réhabilitation du CHGR Strasbourg

Source : Territoires et développement

## Flux entrants (consommation de matériaux) et sortants (potentiels déchets de chantiers) du secteur

Les flux sortants du secteur totalisent 25 kt de déchets potentiels, dont environ 50 % de minéraux non métalliques (hors matériaux excavés) parmi lesquels la pierre est prédominante. Les flux entrants sont de 50 kt, soit 2 fois plus que les flux sortants. La masse totale des flux sortants est la plus faible parmi les secteurs, si l'on excepte les 2 secteurs ZA du Hil et ZAC de Val de Sermon n'ayant que des flux de matériaux excavés.

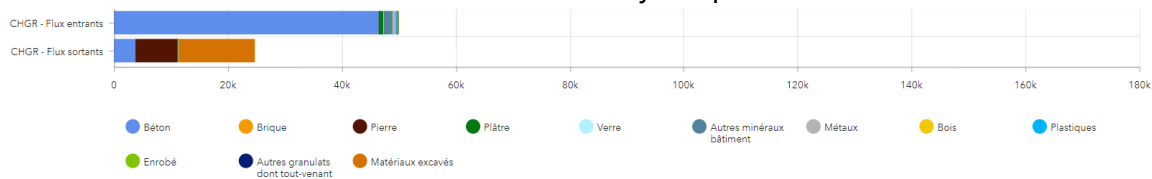


Figure 2.9. Flux entrants et sortants de matériaux au CHGR Strasbourg, tonne

Source : CitéSource, à partir des données des audits de bâtiments de Neo-Eco

### **Analyse qualitative des flux sortants**

Les audits réalisés ont porté sur tous les espaces accessibles des bâtis (estimation d'une couverture de 70% du site). Le potentiel en réemploi repose dans des éléments structurels type charpentes et pierres de taille, dans le mobilier et équipements liés à l'activité, ainsi que dans les équipements pour le respect des réglementations ERP. Au vu de l'étendue du site et la quantité d'éléments encore en place dans les ailes libérées, le potentiel réemploi est relativement intéressant. Ce constat serait à confirmer au lancement des études pour identification précises des éléments éligibles au réemploi lors de la déconstruction ou réhabilitation des bâtiments.

Concernant le recyclage et le potentiel de tri des matériaux quantifiés, il n'a pas été relevé de point d'attention technique particulier. A noter cependant la possibilité qu'une étude spécifique à cette opération puisse mettre en évidence des complexes non observés lors de cette étude.

### Secteur 3 : Landes d'Apigné, Le Rheu

#### Typologie des bâtiments existants

- Quartier en périphérie à dominante de bâtiments du secteur tertiaire et de petits commerces et habitat individuel en diffus.

#### Projet de démolition et de construction :

- Plusieurs bâtiments sur l'axe de la rue Nationale à Le Rheu sont à démolir. Le projet de construction est partiellement connu. Les travaux commenceront après 2023, le calendrier de travaux étant encore en cours de définition.

#### Maitre d'ouvrage : MOA privée diffuse

**Récapitulatif des données saisies :** Démolition totale des bâtiments dont les adresses sont connues. Pour l'opération de construction neuve, les lots dont le programme est connu sont inclus dans l'étude.

20 des 23 chantiers recensés pour ce secteur sont pris en compte (unité d'enquête : adresses/parcelles/lots).

Tableau 2.2.3. Résumé des opérations aux Landes d'Apigné

MOA	Projet urbain	Type de chantiers	Pris en compte	Audit	Commentaire
RM ou la ville de Le Rheu	Landes d'Apigné - voirie	Requalification de voiries	Oui		Requalification d'une portion d'1 km à 1,1 km. 20 m de large. La masse d'enrobé est estimée. Les autres matériaux sont considérés faibles et ignorés.
Bâti Armor	Landes d'Apigné - lot A	Démolition	Oui	bâtiment audité	
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot B	Démolition	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot C	Démolition	Non		Programme non défini, opération non prise en compte dans l'étude
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot D	Démolition	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot E	Démolition	Non	bâtiment audité	Programme non défini, opération non prise en compte dans l'étude
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot Ebis	Démolition	Non		Programme non défini, opération non prise en compte dans l'étude
Bouygues	Landes d'Apigné - lot F	Démolition	Oui	bâtiment audité	
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot G	Démolition	Oui		

Nexity	Landes d'Apigné - lot H	Démolition	Oui		
Espacil	Landes d'Apigné - lot I	Démolition	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot J	Démolition	Oui		
Bâti Armor	Landes d'Apigné - lot A	Construction	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot B	Construction	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot C	Construction	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot D	Construction	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot E	Construction	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot Ebis	Construction	Oui		
Bouygues	Landes d'Apigné - lot F	Construction	Oui		
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot G	Construction	Oui		
Nexity	Landes d'Apigné - lot H	Construction	Oui		
Espacil	Landes d'Apigné - lot I	Construction	Non		Chantier démarré non pris en compte dans l'étude
MOA privée diffuse	Landes d'Apigné - lot J	Construction	Oui		

Source : Données collectées par Neo-Eco avec le fichier « Enquête de flux » mis à disposition par CitéSource



## Plan de démolition



Figure 2.10. Plan de démolition des Landes d'Apigné

Source : CitéSource (carte SIG réalisée à partir des adresses de démolitions)

## Flux entrants (consommation de matériaux) et sortants (potentiels déchets de chantiers) du secteur

Les matériaux excavés sont les flux sortants les plus importants. Les flux sortants hors matériaux excavés sont majoritairement issus de la requalification de voiries, soit environ 7 kt d'enrobés bitumineux. Ils sont les plus faibles parmi les secteurs. Les flux entrants s'élèvent à 80 kt, dont environ 85 % de béton, et sont 2,6 fois plus importants que les flux sortants du secteur.

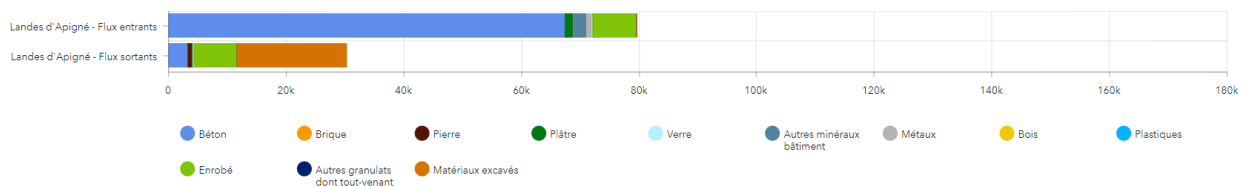


Figure 2.11. Flux entrants et sortants de matériaux aux Landes d'Apigné, tonne

Source : CitéSource, à partir des données des audits de bâtiments de Neo-Eco

## **Analyse qualitative des flux sortants**

Les audits réalisés ont porté sur différentes tailles et usages de bâtis, afin d'avoir un échantillon représentatif du secteur. Les gisements seront issus de bâtiments d'activités et logements. Le potentiel en réemploi est plus élevé dans ces premiers que dans les logements, du fait des techniques constructives (telles que les structures avec charpentes), du mobilier et équipements liés à l'activité, ainsi que des équipements pour le respect des réglementations ERP. Néanmoins, malgré ce potentiel observé, les lieux étaient en grande partie occupés ce qui ne permettait pas de connaître avec exactitude les éléments qui seront éligibles au réemploi lors de la déconstruction des bâtiments.

Concernant le recyclage et le potentiel de tri des matériaux quantifiés, il a été relevé un point d'attention technique concernant les complexes constructifs liés à l'ancienneté des sites. En effet plusieurs d'entre eux ont fait l'objet d'extensions successives. Or les techniques constructives et matériaux utilisés ont évolué au fil du temps, menant par exemple une maison des années 1900 aujourd'hui utilisée en tant que logement et commerce à présenter selon les parties du bâti :

- plancher béton, plancher bois, plancher terre crue ;
- murs en torchis, murs en moellons, murs en brique, murs en béton, murs en parpaings.

Un travail sera donc nécessaire avec les acteurs du domaine afin de définir la faisabilité technique en fonction de la configuration des bâtis, l'emprise du site, les moyens techniques, ou encore les connaissances et compétences existantes à ce jour. Des chantiers pilotes pourront être nécessaires.

## Secteur 4 : ZAC Via Silva, Cesson-Sévigné

### Typologie des bâtiments existants

- Secteur à dominante de bâtiments du secteur tertiaire et de bâtiments commerciaux en métal.

### Projet de démolition et de construction :

- Les bâtiments existants sont à démolir entre 2022 et 2023. Au total, environ 68 500 de logements et de locaux d'activités sont à construire. Le calendrier des travaux est connu partiellement. Certains lots seront construits entre 2023 et 2026.

### Maitre d'ouvrage : Territoires

**Récapitulatif des données saisies :** Démolition totale des bâtiments dont les adresses sont connues. Pour l'opération de construction neuve, les lots dont le programme est connu sont inclus dans l'étude.

8 des 10 chantiers recensés pour le secteur sont pris en compte (unité d'enquête : adresses/parcelles/lots).

Tableau 2.2.4. Résumé des opérations à la ZAC Via Silva

MOA	Projet urbain	Type de chantiers	Pris en compte	Audit	Commentaire
Territoires	Via Silva - C2	Démolition	Oui		
Territoires	Via Silva - C4	Démolition	Oui	3 bâtiments audités	
Territoires	Via Silva - C6 sud	Démolition	Oui		
Territoires	Via Silva - B6	Démolition	Non		Travaux déjà réalisés, opération non prise en compte dans l'étude
Territoires	Via Silva - C2	Construction	Non		Programme non défini, opération non prise en compte dans l'étude
Territoires	Via Silva - C4	Construction	Oui		
Territoires	Via Silva - C6 sud	Construction	Oui		
Territoires	Via Silva - B6	Construction	Oui		
Territoires	Via Silva - B5 - voirie	Construction	Oui		
Territoires	Via Silva - D1 - voirie	Construction	Oui		

Source : Données collectées par Neo-Eco avec le fichier « Enquête de flux » mis à disposition par CitéSource

## Plan de démolition et de réhabilitation

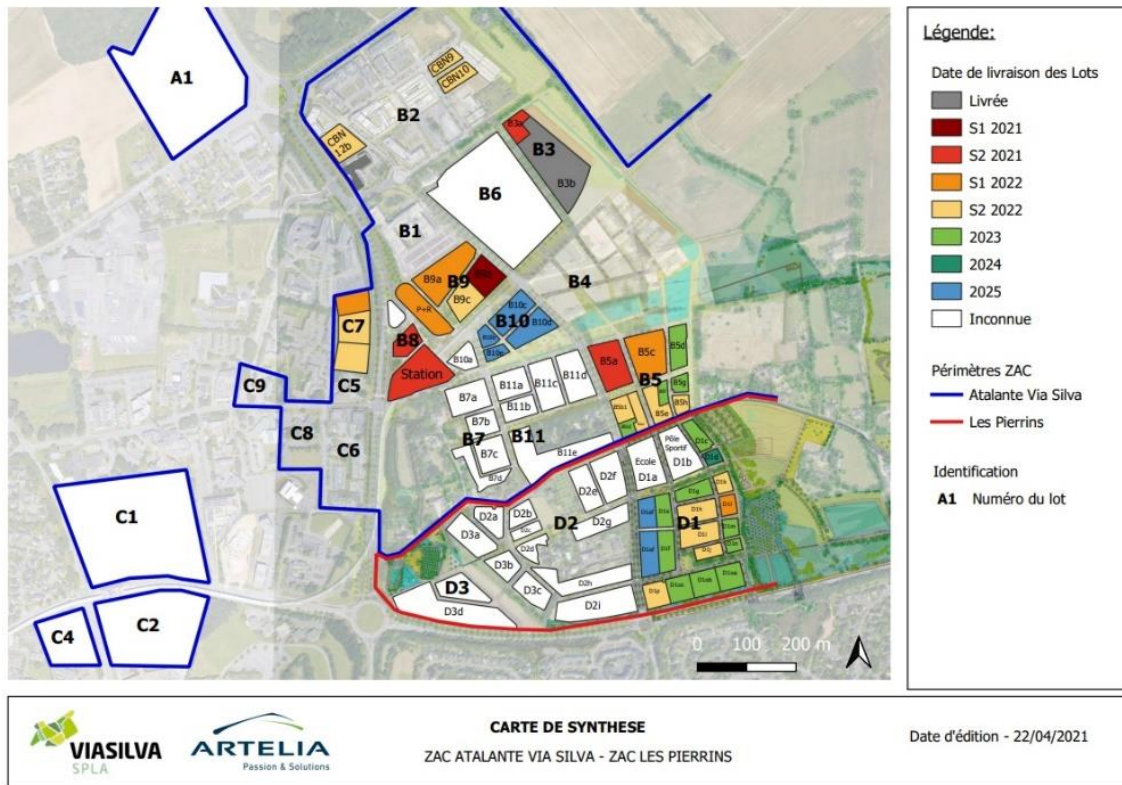


Figure 2.12. Plan de démolition et de réhabilitation de la ZAC Via Silva

Source : SPLA

## Flux entrants (consommation de matériaux) et sortants (potentiels déchets de chantiers) du secteur

Les flux sortants du secteur totalisent 56 kt de déchets potentiels, dont environ 63 % de matériaux excavés et 33 % de béton. Les flux entrants s'élèvent à 141 kt, dont environ 94 % de béton pour la construction de bâtiments de logements et de locaux d'activités. La masse est 2,5 plus élevée que les flux sortants.

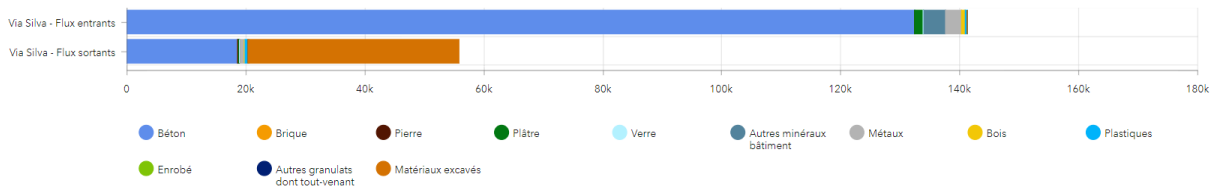


Figure 2.13. Flux entrants et sortants de matériaux à la ZAC Via Silva, tonne

Source : CitéSource, à partir des données des audits de bâtiments de Neo-Eco

## **Analyse qualitative des flux sortants**

Les audits réalisés ont porté sur un faible échantillon du secteur, en fonction des possibilités d'accès et avancées de projets. Les gisements quantifiés seront principalement issus de bâtiments de bureaux. Le potentiel en réemploi y est fluctuant, mais bon pour les bâtiments visités, et repose dans le mobilier et équipements liés à l'activité, ainsi que des équipements pour le respect des réglementations ERP. Ce constat serait à confirmer au lancement des études pour identification précises des éléments éligibles au réemploi lors de la déconstruction des bâtiments.

Concernant le recyclage et le potentiel de tri des matériaux quantifiés, il a été relevé un point d'attention technique sur les complexes en façade dans les allèges, pour permettre un tri poussé des éléments de second œuvre. En effet ceux-ci se constituent de verre miroir, laine de verre, bois, et plâtre. A noter qu'une étude spécifique à ces opérations pourraient cependant mettre en évidence des complexes non observés lors de cette étude.

## Secteur 5 : ZA du Hil, Noyal-Châtillon-sur-Seiche

Périmètre total du projet : 146 589 m<sup>2</sup>

### Typologie des bâtiments existants

- Secteur sans bâtiment existant.

### Projet de démolition et de construction :

- Le projet porte sur la construction neuve de bâtiments à vocation artisanale ou industrielle et de parking et de voirie.

**Maitre d'ouvrage :** Rennes Métropole

**Récapitulatif des données saisies :** Pour l'opération de construction neuve, le programme connu pour les bâtiments et le parking est pris en compte.

2 des 2 chantiers recensés pour le secteur sont pris en compte (unité d'enquête : adresses/parcelles/lots).

Tableau 2.2.5. Résumé des opérations à la ZA du Hil

MOA	Projet urbain	Type de chantiers	Pris en compte	Audit	Commentaire
RM	ZA du Hil	Construction	Oui	-	34 lots en 3 secteurs
RM	ZA du Hil - voirie	Construction	Oui	-	Construction de zones de stationnement public (129 places) prises en compte dans l'étude. Réalisation d'une voirie principale avec 2 accès à la zone d'activité non prise en compte.

Source : Données collectées par Neo-Eco avec le fichier « Enquête de flux » mis à disposition par CitéSource

## Plan du périmètre de la ZA du Hil



Figure 2.14. Périmètre de la ZA du Hil

Source : Rennes Métropole. 2021. Zone d'activités Le Hil3 commune de Noyal-Châtillon-sur-Seiche. Dossier de création de la ZAC. III-Rapport de présentation, juillet 2021

## Flux entrants (consommation de matériaux) et sortants (potentiels déchets de chantiers) du secteur

Ce secteur en extension urbaine comprend seulement la construction neuve de bâtiments et de voiries. Les flux sortants évalués sont de 15 kt de matériaux excavés. Les flux entrants sont de 30 kt, dont environ 72 % de béton. Ils sont les plus faibles parmi les 6 secteurs.

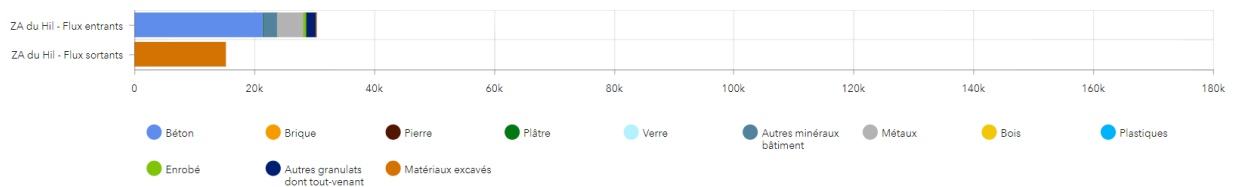


Figure @ Flux entrants et sortants de matériaux à la ZA du Hil, tonne

Source : CitéSource, à partir des données des audits de bâtiments de Neo-Eco

## Secteur 6 : ZAC Val de Sermon, Mordelles

### Typologie des bâtiments existants

- Secteur n'ayant aucune démolition

### Projet de démolition et de construction :

- Le projet porte sur la construction neuve de logements et de locaux d'activités de 130 000 m<sup>2</sup>. Le calendrier de travaux est non définitif sauf le macro-lot 1 dont les travaux démarrent en 2022.

### Maitre d'ouvrage : MOA privée

**Récapitulatif des données saisies** : Pour l'opération de construction neuve, le programme connu pour la construction des bâtiments est pris en compte dans l'étude.

4 des 4 chantiers recensés pour le secteur sont pris en compte (unité d'enquête : adresses/parcelles/lots).

Tableau 2.2.6. Résumé des opérations à la ZAC Val de Sermon

MOA	Projet urbain	Type de chantiers	Pris en compte	Audit	Commentaire
N.C.	ZAC Val Sermon - tranche ouest	Construction	Oui	-	
Launay	ZAC Val Sermon - lot 1	Construction	Oui	-	
Launay	ZAC Val Sermon - lot 2	Construction	Oui	-	
MOA privée diffuse	ZAC Val Sermon - lot 3	Construction	Oui	-	24 071 de SDP restent à réaliser (ventilation individuels/collectifs à retravailler) : CitéSource a ventilé la surface SDP en supposant que 60 % des logements sont collectifs, 40 % des logements individuels, selon les ratios obtenus à partir des données de ventilation connues des 3 autres macro-lots.

Source : Données collectées par Neo-Eco avec le fichier « Enquête de flux » mis à disposition par CitéSource





## Flux entrants (consommation de matériaux) et sortants (potentiels déchets de chantiers) du secteur

Le secteur avec la construction neuve de logements et de locaux d'activités sans projet de démolition et de réhabilitation. Les flux sortants évalués sont de 44 kt de matériaux excavés. Le secteur est le plus important en termes de flux entrants des matériaux parmi 6 secteurs. Ces derniers s'élèvent à 195 kt, dont environ 89 % de béton. La masse des flux entrants est environ 4 fois plus élevée que les flux sortants du secteur.

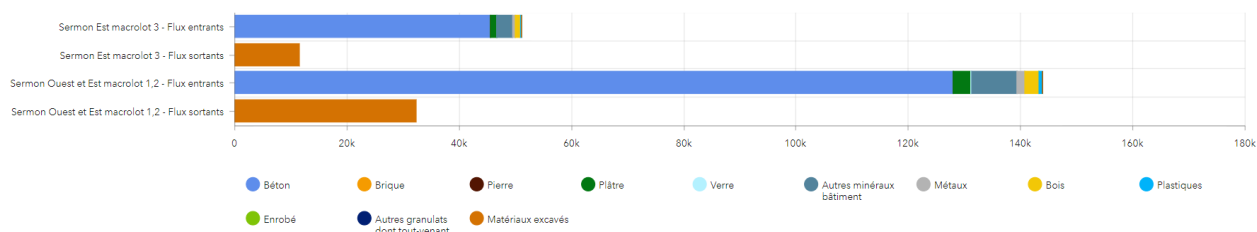


Figure 2.16. Flux entrants et sortants de matériaux à la ZAC Val de Sermon, tonne

Source : CitéSource, à partir des données des audits de bâtiments de Neo-Eco

## 2.2.2. Synthèse de l'estimation des flux sur l'ensemble des secteurs

La masse totale des flux sortants (potentiels déchets de chantiers) des 6 secteurs est évaluée à 252 kt dont 92 kt de déchets hors matériaux excavés. Les flux entrants sont de 667 kt, soit une masse 7 fois plus élevée que les gisements de déchets hors matériaux excavés.

### Déchets de chantiers de démolition et de réhabilitation des bâtiments des 6 secteurs de Rennes Métropole

- Les **3 secteurs** La Bégassière (33%), Via Silva (22 %) et ZAC Val de Sermon (17 %), représentent plus de la moitié des flux sortants (potentiels déchets). Les secteurs Landes d'Apigné et CHGR représentent respectivement 12 % et 10 % des flux sortants.
- Les matériaux secondaires d'ouvrages bâtis hors matériaux excavés (92 kt) et valorisables sont concentrés dans **2 principaux types d'ouvrages** : « bâtiment commercial en métal » (51 %) et « Bâtiment du secteur tertiaire et services » (26 %).
- **Les chantiers de construction seront les principaux générateurs de déchets** avec 63 % des flux de matériaux excavés générés. Les chantiers de démolition représentent 34 % des déchets de chantiers. Les gisements issus de chantiers de réhabilitation et de requalification resteront marginaux, soit 3 % de la masse totale de déchets.
- **Les gisements sont majoritairement des minéraux non métalliques.** Trois types de matériaux sont prédominants, matériaux excavés, béton et autres minéraux non métalliques du bâtiment (pierre, brique, verre, tuiles, etc.). Ces derniers représentent 96 % des gisements de déchets des 6 secteurs étudiés.

### Consommation des matériaux pour les chantiers de reconstruction et de réhabilitation des bâtiments et des voiries

- Les flux entrants sur l'ensemble des 6 secteurs sont évalués à **667 kt**, soit environ 7,2 fois plus que les flux sortants de déchets hors matériaux excavés et 2,6 fois des flux sortants avec matériaux excavés. Ces ratios sont très proches de ceux estimés à l'échelle de Rennes Métropole.
- Les **trois secteurs** La Bégassière, Via Silva et ZAC Val de Sermon seront les principaux demandeurs de matériaux. Ils représentent respectivement 26 %, 21 % et 29 % des flux entrants. Les secteurs Landes d'Apigné, CHGR et ZA du Hil, plus minoritaires, représentent respectivement 12 %, 7 % et 5 % des consommations des matériaux à venir.
- Les besoins en matériaux sont concentrés dans **3 principaux types de bâtiments**, habitat collectif (51 %) et habitat individuel (21 %) et bâtiment du secteur tertiaire et de services (20 %). Ceci est observé également pour l'ensemble des flux de Rennes Métropole.
- Les **chantiers de construction** seront les principaux demandeurs des matériaux dont la masse est de loin plus importante que ceux de réhabilitation et de requalification (environ 7 kt). La part de la construction neuve est de 99 % des besoins en matériaux.

- Les besoins sont majoritairement des **minéraux non métalliques et en particulier du béton**. Ce dernier représente 95 % des besoins en matériaux des 6 secteurs, soit environ 630 kt dans lesquels le béton est prédominant avec 87 % de la masse totale des flux entrants.

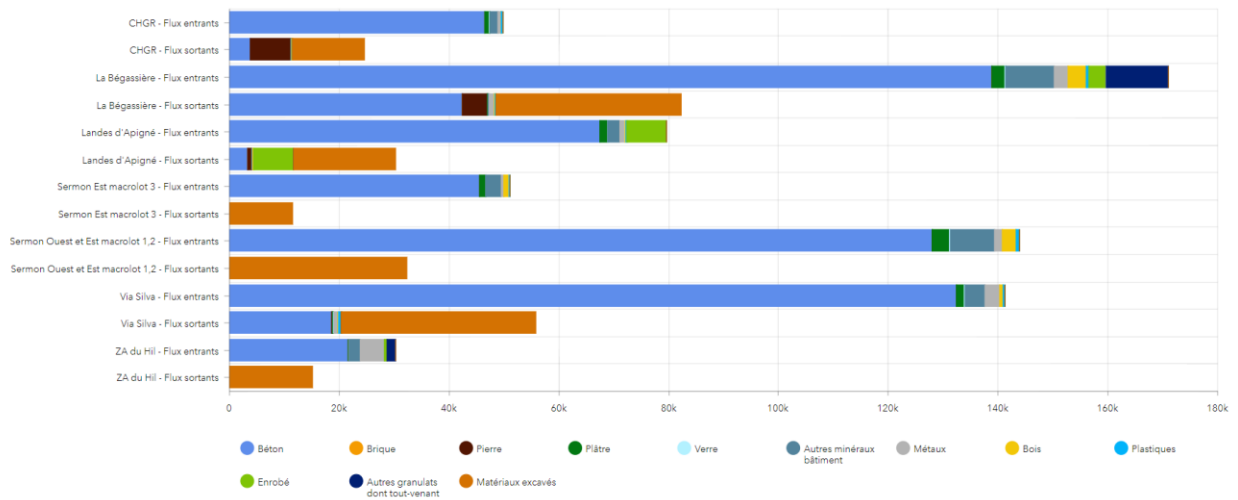
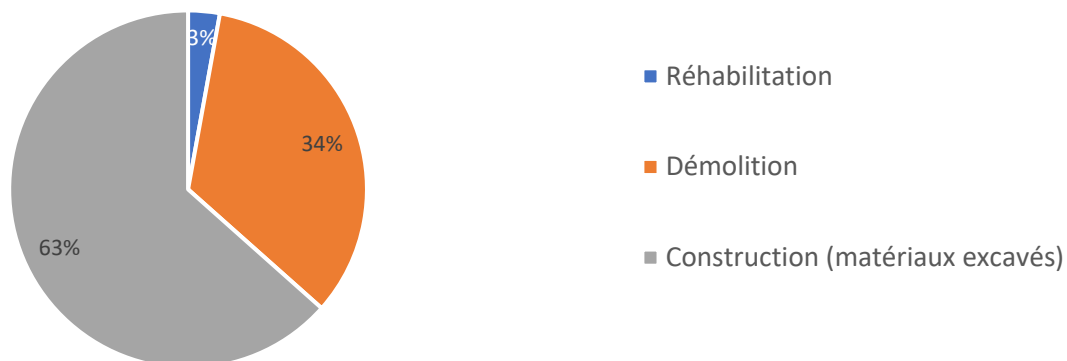


Figure 2.2. Flux entrants et flux sortants par secteur et par matériau, tonne

Source : CitéSource

a. Flux sortants de matériaux par type de chantiers, % (masse totale de 252 kt)



b. Flux sortants de matériaux par secteur, % (masse totale de 252 kt)

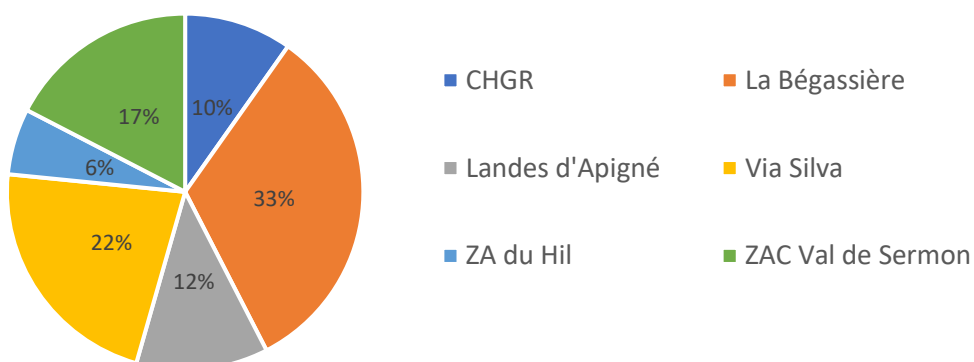
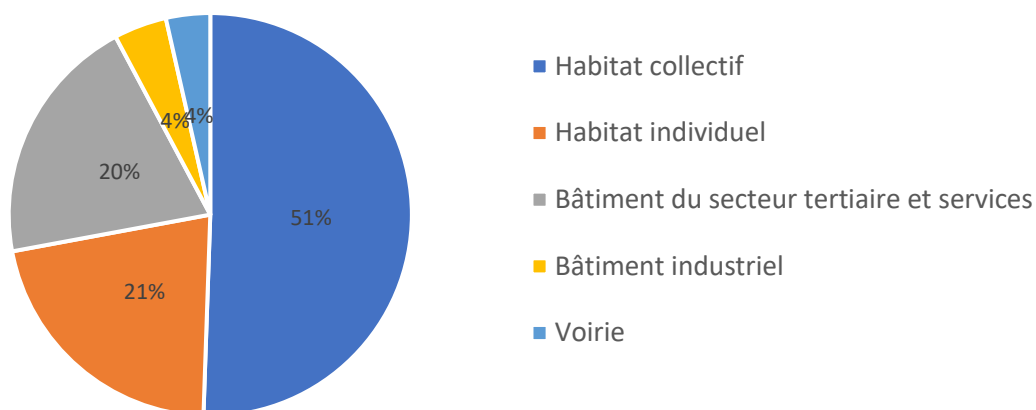


Figure 2.3. Flux sortants de matériaux par type de chantiers (a) et par secteur (b), en % de la masse totale des flux sortants

Source : CitéSource

a. Flux entrants de matériaux par type d'ouvrage, % de la masse totale



b. Flux entrants de matériaux par secteur, % de la masse totale

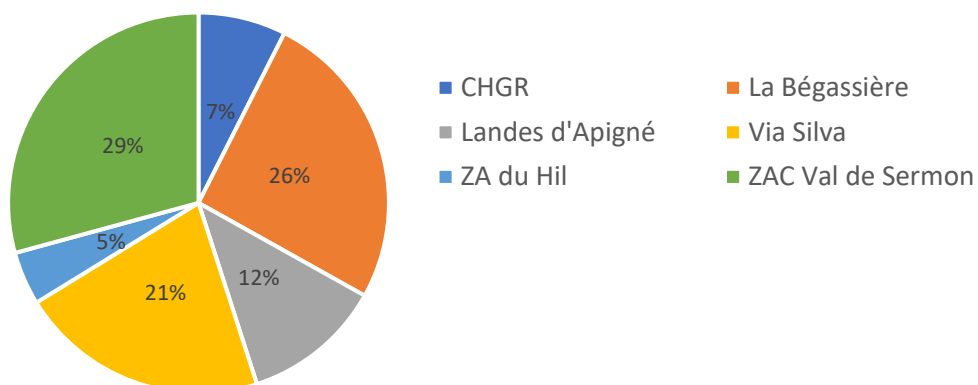


Figure 2.4. Flux entrants de matériaux par secteur (a), par type d'ouvrage (b) et par secteur, % de la masse totale des flux entrants

Source : CitéSource

a. Cartes des flux sortants de déchets de chantiers, en tonne



b. Cartes des flux entrants de matériaux, en tonne

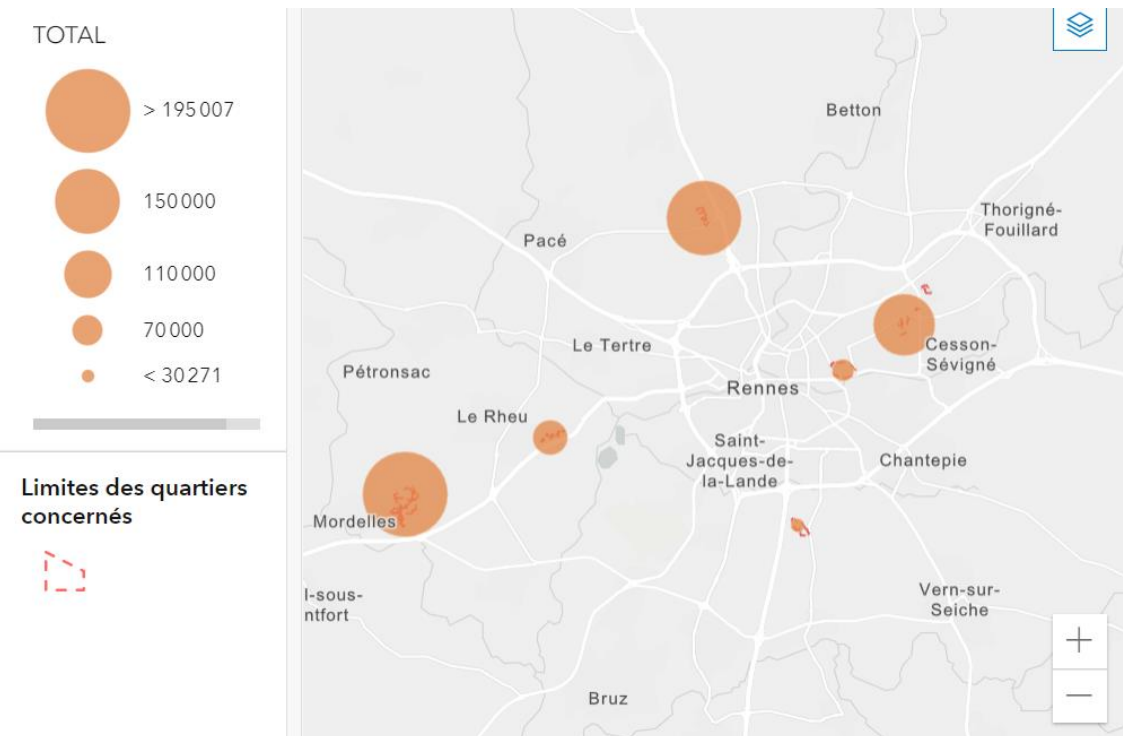


Figure 2.5. Carte des flux sortants de déchets de chantiers et flux entrants de matériaux par secteur, tonne

Source : CitéSource

## 2.2.3. Premiers éléments d'analyse du potentiel de valorisation

### a. Réemploi

En masse, à l'échelle des quatre secteurs comprenant des déconstructions et/ou réhabilitations pour lesquelles des visites de site ont pu être réalisées, les catégories d'éléments de réemploi dans le tableau suivant ont été relevées comme présentant un potentiel.

Notons que la filière réemploi requiert une qualité des éléments constituant le gisement pour que la filière puisse être alimentée. A une échelle territoriale, il n'est pas possible de dimensionner aussi précisément les gisements éligibles au réemploi que les flux de matériaux pris en compte dans cette étude. Le recyclage permet une plus grande variation d'états, de modèles, ou même d'éléments pouvant être acceptés en filières spécifiques. Ce n'est à ce jour pas le cas du réemploi. N'est donc présenté ici uniquement une analyse qualitative des éléments pouvant s'inscrire dans la filière réemploi.

Tableau 2.1.4. Eléments de réemploi

Eléments de bureaux	Eléments de sécurité	Eléments structurels
portes vitrées	luminaires	charpente bois
portes coupe-feu	blocs lumineux type BAES	charpente métal
dalles de faux plafonds	chemins de câble	
dalles de moquette	extincteurs	
radiateurs	détecteurs incendie	

Source : Neo-Eco



BAES



luminaire



radiateur



dalle de faux plafond



dalle de moquette



charpente bois



Ces éléments ont été sélectionnés car présentant un état global propice à une démarche de réemploi, et une quantité permettant d'alimenter la filière. En effet, il s'agit d'éléments pouvant se retrouver dans plusieurs bâtiments. Une massification est ainsi possible, malgré les références et états variant d'un bâtiment à un autre.

Cette compilation est donnée à titre qualitatif afin d'apprécier les types d'éléments pouvant représenter un gisement éligible au réemploi sur ces secteurs, au vu de la typologie du bâti. Cela ne représente en rien un diagnostic précis pour les bâtiments audités.

Pour une vision par secteur, les bâtiments visités sur les secteurs du CHGR et Via Silva présentent un potentiel réemploi plus intéressant que sur les secteurs Bégassière et Landes d'Apigné. Pour autant, le potentiel n'est pas nul sur ces derniers. L'état d'activité des sites ne permettait notamment pas de visualiser avec exactitude les éléments qui resteraient à évacuer dans le cadre de l'opération.

## b. Recyclage

Les catégories de matériaux relevées et croisées, tous secteurs confondus, permettent de lister les filières dans le tableau ci-après.

Tableau 2.1.5. Catégories de matériaux par filière

Matériau	Éléments concernés <sup>12</sup>	Exutoires techniquement possibles
Béton & parpaings	Structure : dalle et planchers, murs, poteaux porteurs, poutres	Nouveaux bétons VRD <sup>13</sup>
Pierre	Murs	VRD
Torchis	Murs	à étudier
Carrelage	Revêtements murs et sols	VRD
Tuiles	Couverture (toiture)	VRD paillis
Céramiques	Sanitaires	VRD
Brique	Cloisons intérieures (non porteuses)	VRD cimenterie
Ardoise	Couverture (toiture)	VRD paillis
Verre	Menuiseries	verre plat VRD
Métaux	Radiateurs, sanitaires, garde-corps, conduits, ascenseurs, charpentes, chemins de câble, profils d'ITE <sup>14</sup> ou faux-plafonds	métaux
Plâtre	Cloisons intérieures	plâtre

<sup>12</sup> Liste non exhaustive reflétant les tendances quant aux principales sources de matériaux relevées.

<sup>13</sup> VRD = Voirie Réseaux Divers.

<sup>14</sup> ITE = Isolation Thermique Extérieure.

Bois	Menuiseries, parquet, plinthes, charpentes, portes	panneaux de particules bois
PVC souple	Revêtements de sol	plastique
PVC rigide	Menuiseries, volets, tuyaux, goulottes PVC, portes	plastique
Moquette	Revêtement de sol	moquette CSR <sup>15</sup>
Laine de verre	Isolation	laine de verre
Laine de roche	Isolation	laine de roche

Source : Neo-Eco

A noter : les exutoires indiqués ici, non exhaustifs, sont basés sur les process et connaissances techniques agrégés au niveau national, afin de mettre en perspective les gisements étudiés. Pour autant, tous n'en sont pas au même stade de développement, structuration et systématisation. L'analyse de filières en phase 2 permettra de diagnostiquer et détailler les possibilités effectives territorialement. Seront également précisés les préconisations de tri et dépose associées.

### c. Potentiel de déconstruction sélective

En complément de ces qualifications, a été étudiée la complexité des ouvrages lors des visites de site afin d'évaluer le potentiel d'application d'une démarche de déconstruction sélective. Pour rappel, celle-ci consiste à trier les différents matériaux au cours de la déconstruction du site pour les envoyer dans la filière appropriée, conformément au cahier des charges en entrée de filière.

A noter qu'en l'absence de la réalisation de sondage, certains complexes de matériaux (et notamment des complexes isolants) ont pu ne pas être relevés.

En l'état des informations compilées, les points d'attention sur le sujet sont :

- La complexité de gros œuvre que peuvent présenter les bâtiments les plus anciens, dû à des extensions successives à partir de matériaux différents.
- La présence de briques plâtrières et/ou cloisons plâtre en cloisons intérieures. Cela demande un curage précis avant abattage de l'ouvrage afin de ne pas polluer le gisement gros œuvre et détériorer sa teneur en sulfates.

En parallèle, il a été noté peu de présence d'enduits plâtre sur béton ou parpaings, ce qui est favorable pour une valorisation du gros œuvre sans prestation de curage spécifique supplémentaire.

Pour une vision par secteur, ce sont les bâtiments des Landes d'Apigné et du CHGR, bâtiments les plus anciens, qui semblent présenter les plus grandes contraintes de tri, notamment sur le gros œuvre. Celles-ci seraient à investiguer afin de mettre en place une démarche de déconstruction sélective pertinente.

Les bâtiments des secteurs de la Bégassière et de Via Silva semblent de constitution plus courante, sans réel frein technique identifié.

<sup>15</sup> CSR = Combustible Solide de Récupération. Combustible solide non dangereux issu de déchets.

## 2.2.4. Conclusion de l'étude des secteurs

L'approche complémentaire réalisée via une étude macro et micro permet d'alimenter le diagnostic territorial en données opérationnelles et concrètes sur des projets d'ampleur significative à l'échelle de la métropole. Cette mission a notamment été l'occasion de sensibiliser les acteurs porteurs de ces projets d'envergure à la démarche de Rennes Métropole sur l'économie circulaire.

L'objectif de la suite de l'étude est de mettre en perspective le diagnostic réalisé via une visibilité des acteurs présents sur le territoire, leurs activités, leurs capacités, leurs compétences, leur situation géographique, tout ceci afin d'apporter des éléments concrets d'appréhension de la dynamique territoriale.

En effet la quantification des flux présentés dans ce rapport ne permet pas en tant que telle d'établir des objectifs ou actions pour axer la démarche d'économie circulaire sur le territoire. Il est nécessaire d'avoir des acteurs compétents à proximité, des filières suffisamment matures, des flux massifiés, et des coûts maîtrisés pour structurer des filières et systématiser les pratiques.

Cette étude de secteurs rend ainsi compte d'un potentiel réemploi et recyclage compatible avec la démarche menée de davantage déconstruire sélectivement et élever les exigences de tri et valorisation. D'autant plus que les besoins en matériaux sur les projets étudiés sont environ deux fois plus consommateurs en ressources que ne le sont les projets générateurs de gisement.

Ce potentiel sera ainsi exploité via des scénarios de valorisation et une approche aussi bien technique qu'économique afin de traduire ces éléments sous format pragmatique et opérationnel.

## Bibliographie

ADEME, 2020. Déchets. Chiffres clés. Edition 2020. 78 p.

AUDIAR, 2017. 10 ans d'urbanisation sur Rennes Métropole. Evolution de la tâche urbaine entre 2006 et 2016. 4 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., 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.

BALON, P., COUSSY, S., MICHEL, P. et DE OLIVEIRA H., 2017. Etude de faisabilité et définition opérationnelle de valorisation des terres excavées – phase 1. Rapport provisoire. BRGM/RP-67205-FR,82p., 11 fig., 24 tabl., 2 ann.

CGDD, 2018. Le recyclage des déchets produits par l'activité de BTP en 2014. La Défense : Datalab.

CGDD-SDES, 2021. Indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire. Édition 2021. 43 p.

CIRCLE ECONOMY, DGBC, METABOLIC, SGS SEARCH, REDEVCO FOUNDATION, 2018. A framework for circular buildings. Indicators for possible inclusion in BREEAM.

COMMISSION EUROPEENNE, 2019. Rapport de la Commission Européenne au Parlement Européen, au Conseil, au Comité Economique et Social Européen et au Comité des Régions relatif à la mise en œuvre du plan d'action en faveur d'une économie circulaire.

GELDERMANS, R. J., 2016. Design for change and circularity—accommodating circular material & product flows in construction. *Energy procedia* 96 : 301-311.

KRAUSMANN, F., WIEDENHOFER, D., LAUK, C., et al., 2017. Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114(8) : 1880-1885.

VAN DEN DOBBELSTEEN, A., 2008. 655 : Towards closed cycles-New strategy steps inspired by the Cradle to Cradle approach.



*Accélérer la transition urbaine vers l'économie circulaire*

81 mail François Mitterrand  
35000 Rennes  
[contact@citesource.fr](mailto:contact@citesource.fr)  
[www.citesource.fr](http://www.citesource.fr)