

# Haut de Briève Habitat – Chatenay-Malabry

\*

*Etude des gisements de matériaux et de  
filiales de valorisation des déchets du BTP*

## **PARTIE I**

**NUMÉRO D’AFFAIRE : 9769**

**DATE : 07/03/2022**



[www.neo-eco.fr](http://www.neo-eco.fr)

Tel: +33(0)3 20 10 31 18  
1 Rue de la Source  
59320 Hallennes Lez Haubourdin  
France



## TABLE DES MATIERES

<b>TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>4</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>5</b>
<b>AVANT-PROPOS.....</b>	<b>6</b>
<b>1. NOTE DE SYNTHÈSE.....</b>	<b>7</b>
1.1. Client.....	7
1.2. Neo-Eco.....	7
1.3. contexte de l'étude.....	7
1.4. périmètre de l'étude.....	7
1.5. Cadre réglementaire.....	10
1.6. Limites de prestation.....	12
<b>2. METHODOLOGIE .....</b>	<b>13</b>
2.1. Organisation du rapport.....	13
2.2. recueil de données.....	13
2.1. Déroulement des audits.....	13
2.2. Critères de choix.....	14
<b>3. DIAGNOSTIC QUANTITATIF ET QUALITATIF DES GISEMENTS A L'ECHELLE DE LA CITE JARDIN.....</b>	<b>15</b>
3.1. Approche Macro.....	15
3.2. Approche Micro.....	17
3.3. Plannings prévisionnels des flux de matériaux.....	31
<b>4. VALORISATION DES GISEMENTS DE MATERIAUX IDENTIFIES .....</b>	<b>34</b>
4.1. Réemploi.....	34
4.2. Recyclage.....	36
4.2.1. Non dangereux, inertes.....	36
4.2.2. Non dangereux, non inertes.....	40
<b>5. IDENTIFICATIONS DES ACTEURS LOCAUX DE L'ECOSYSTEME ECONOMIE CIRCULAIRE</b>	<b>43</b>
5.1. Déconstructeurs.....	44
5.2. Acteurs du recyclage.....	45
5.3. Acteurs du réemploi.....	50
5.4. Laboratoires.....	53
5.5. Distributeur participant à l'économie circulaire.....	53
5.6. Inventaire des formations initiales.....	55
<b>6. ETUDE ECONOMIQUE.....</b>	<b>59</b>
6.1. Méthodologie.....	59
6.2. Scénarios de valorisation.....	59

## 7. CONCLUSION .....62

### TABLE DES FIGURES

Figure 1: Schéma représentatif des tranches de construction de la Cité Jardin de la Butte Rouge .....	8
Figure 2: Schéma représentatif des secteurs de la Cité Jardin de la Butte Rouge .....	8
Figure 3: Plan de masse de la Cité Jardin de la Butte Rouge .....	9
Figure 4: Hiérarchisation de la gestion des matériaux issus de la déconstruction.....	10
Figure 5: Synthèse de la méthodologie de quantification des gisements à l'aide de la BD Topographique .....	15
Figure 6: Extrait de la carte ArcGIS (matériaux issus des opérations de démolitions et de réhabilitations de bâtiments) appliquée au périmètre de l'étude.....	17
Figure 7: Répartition des matériaux sortants de l'ensemble de la Cité Jardin .....	18
Figure 8: Typologie pierre 1 .....	18
Figure 9: Typologie Brique 2 .....	19
Figure 10: Typologie Brique 3 .....	19
Figure 11: Typologie Béton 4 .....	19
Figure 12: Typologie Béton 5 .....	19
Figure 13: Patrimoine emblématique .....	20
Figure 14: Répartition quantitative des typologies de bâtiment.....	20
Figure 15: Répartition des typologies par secteur .....	21
Figure 16: Répartition des matériaux pour la typologie 3 Brique .....	23
Figure 17: Répartition des matériaux pour la typologie 3 Brique .....	24
Figure 18: Répartition des matériaux pour la typologie 4 Béton .....	25
Figure 19: Répartition des gisements sortant par opérations .....	26
Figure 20: Répartition des gisements sortant pour le secteur Coteau.....	27
Figure 21: Répartition des gisements sortant pour le secteur Plateau.....	28
Figure 22: Répartition des gisements sortant pour le secteur Vallée Belvédère .....	28
Figure 23: Répartition quantitative par secteur .....	29
Figure 24: Répartition des besoins par opérations.....	30
Figure 25: Répartition quantitative des besoins pour la reconstruction/rénovation .....	31
Figure 26: Répartition quantitative des flux sortants et entrants dans le temps .....	32
Figure 27: Evolution des gisements du gros œuvre sortants dans le temps.....	32
Figure 28: Paillage minéral .....	38

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques bâtiments de la Cité Jardin .....	9
Tableau 2: Caractéristiques bâtiments de la Cité Jardin .....	16
Tableau 3: Choix des bâtiments à auditer .....	21
Tableau 4: Détermination du coefficient correcteur pour le bâtiment rue Henri Barbusse .....	22
Tableau 5: Détermination du coefficient correcteur du 333 avenue de la division Leclerc .....	23
Tableau 6: Détermination du coefficient correcteur du 12 rue Aristide Briand .....	24
Tableau 7: Synthèse des coefficients correcteurs pour chaque typologie .....	25
Tableau 8: Catégories de matériaux considérées .....	26
Tableau 9: Description des quantités sortantes de matière en tonnes, par secteur .....	29
Tableau 10: Description des besoins de matière en tonnes, par secteur .....	30
Tableau 11: Liste des éléments de réemploi vus lors des audits .....	34
Tableau 12: Liste des éléments recyclables vus lors des audits .....	36
Tableau 13: Hypothèses de calculs pour l'estimation des ressources .....	39
Tableau 14: Tableau des acteurs de la déconstruction .....	44
Tableau 15: Tableau des acteurs de la déconstruction .....	45
Tableau 16: Tableau des acteurs du recyclage .....	48
Tableau 17: Tableau des acteurs du réemploi .....	51
Tableau 18: Tableau des laboratoires d'analyses .....	53

## AVANT-PROPOS

### *L'Économie-Circulaire entre dans nos quotidiens.*

*Tout le monde en a entendu parler, il faut repenser notre façon de consommer. Les ressources de notre planète ne sont pas infinies, et à la vitesse où nous les consommons certaines seront épuisées dans les prochaines années.*

*Aujourd'hui nos économies fonctionnent principalement sur un mode « d'économie-linéaire » : extraction des matières premières et fabrication de produits que nous jetons après utilisation. Nos déchets sont ensuite incinérés, ou vont s'entasser dans un centre d'enfouissement.*

*Plus nous consommons, plus nous jetons !*

*L'économie-circulaire propose d'imaginer une approche où consommer n'implique pas la création de déchets. Cela consiste d'une part à prolonger la durée de vie des objets et des matériaux, et si cela n'est pas possible, à valoriser leurs composants pour produire de nouvelles ressources. En redonnant une valeur aux matières, on crée ainsi une boucle sans fin où les déchets deviennent des ressources et seront consommées à nouveau, sous une autre forme. Ce mode de fonctionnement porte le nom de « boucles d'économie-circulaire ».*

*Les matières usagées sont souvent mélangées et doivent être triées avant de pouvoir être valorisées. Leur préparation est essentielle, elle permettra la mise au point de nouvelles matières premières ayant les bonnes caractéristiques techniques. Il s'agira ensuite d'assurer l'accompagnement auprès des fabricants qui pourront être amenés à adapter leur process de fabrication. Les produits incorporant des matières recyclées doivent respecter les mêmes normes et exigences, que leur version classique.*

*La mise au point d'une boucle d'économie-circulaire requiert une bonne dose de créativité. Soit on part d'une matière usagée en lui trouvant une filière de valorisation, soit on part d'un produit existant et on lui substitue ses matières premières par des matières usagées. L'innovation est au cœur de l'approche car elle requiert la mise au point de nouveaux matériaux et la mise en œuvre de nouveaux procédés.*

*Les bénéfices de l'économie-circulaire sont majeurs. Elle permet une réduction forte des besoins en matières premières d'origine extractive et des volumes de déchets induits par leur consommation. Elle favorise l'industrie et l'emploi en cherchant à valoriser au maximum les matières usagées à une échelle locale. Elle participe à réduire l'impact environnemental de manière générale et plus particulièrement les émissions de CO<sub>2</sub>. L'utilisation de matières usagées peut également présenter de réels atouts économiques, non négligeables pour la rentabilité et la compétitivité des projets.*

*Le défi que compte relever la ville de Chatenay-Malabry consiste à mettre en application les préceptes de l'économie circulaire pour l'ensemble des opérations concernées par le quartier de la Cité Jardin de la Butte Rouge. C'est un impératif régional et national, le gouvernement s'étant fixé l'objectif de recycler 70 % des déchets issus du secteur du Bâtiment et des Travaux Publics d'ici 2020.*

*L'Économie-circulaire en France avance doucement mais sûrement. Des boucles se construisent progressivement et leur appropriation par des secteurs d'activité entiers devient de plus en plus concrète. Il appartient à notre génération d'imposer ce nouveau modèle économique vertueux. En décidant de la façon dont nous consommons nous sommes tous acteurs de cette révolution.*

## 1. NOTE DE SYNTHÈSE

### 1.1. CLIENT

Haut de Briève Habitat est un office HLM comprenant quelque 10000 logements sur les communes d'Antony et Chatenay-Malabry. Celui-ci a été créé à la suite d'un mouvement de la population en 1956. L'insalubrité d'un certain nombre de logements, le manque de ressources de nombreuses familles a poussé les familles à rechercher des locaux d'un loyer peu élevé au détriment de leurs besoins et de leur santé. Ces raisons ont donc dicté à la municipalité la nécessité d'entreprendre une politique du logement.

### 1.2. NEO-ECO

Neo-Eco est un bureau d'études en ingénierie environnementale spécialisé dans le domaine de la valorisation des déchets et la création de boucles d'économie circulaire. L'entreprise a une expertise reconnue en stratégie de Déconstruction Reconstruction Innovante maximisant la valorisation des matériaux issus des opérations de déconstruction. Par ailleurs, Neo-Eco développe des éco matériaux ou des éco produits à partir de matières usagées telles que les déblais excavés, les sédiments, les mâchefers, etc. À travers son savoir-faire, Neo-Eco permet ainsi à ses clients d'avoir un impact environnemental positif tout en renforçant leur compétitivité économique.

### 1.3. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

L'absence de solutions pérennes de valorisation de certains gisements de déconstruction et de travaux d'aménagement dont les volumes sont importants peut générer dans certains cas des situations problématiques (mises en décharges importantes). Or, la LTECV (Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte) souligne un objectif de réduction des mises en installation de stockage (réduction de 50 % à l'horizon 2025 des quantités de déchets mis en décharge).

L'émergence et le développement de nouvelles filières de valorisation de ces gisements permettraient de répondre à de multiples enjeux régionaux.

### 1.4. PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

La Cité-jardin constitue un ensemble bâti, urbain, et paysager remarquable. Les nombreuses études réalisées sur celle-ci s'accordent sur le caractère emblématique de cet ensemble urbain et paysager. Tout conduit à une évidence : il faut préserver l'identité unique de la Cité-jardin tout en construisant habilement et pertinemment les principes de sa renaissance.

Projet emblématique du logement social initié par Henri Sellier, la Cité-jardin a été réalisée en six tranches, entre 1931 et 1960, sous la conduite d'architectes reconnus.

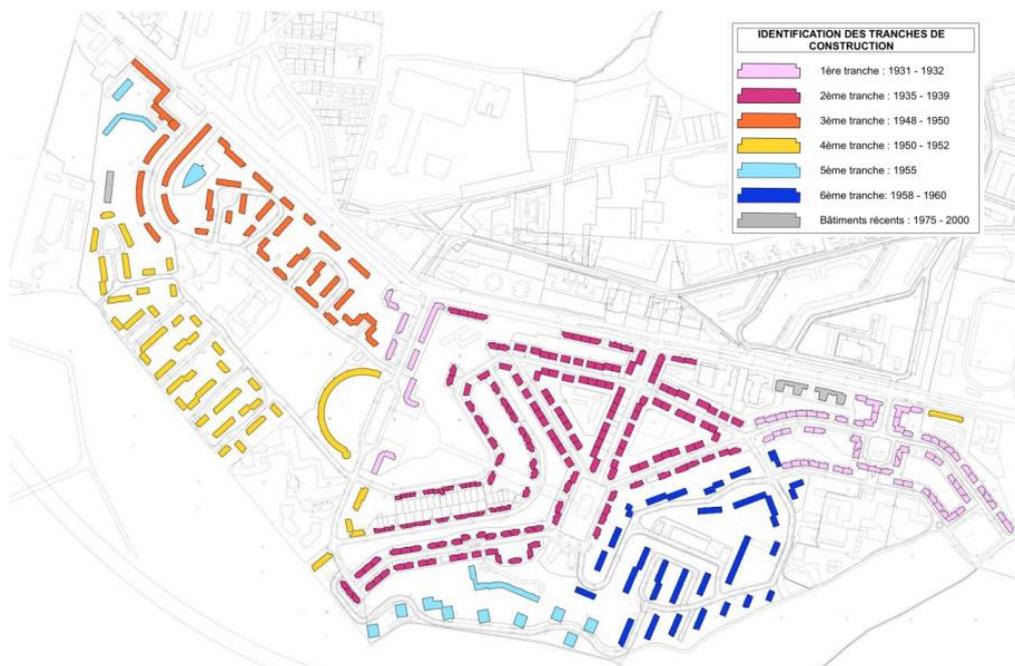


Figure 1: Schéma représentatif des tranches de construction de la Cité Jardin de la Butte Rouge  
Le plan d'urbanisme a permis d'identifier trois entités patrimoniales secteurs de la cité jardin :

- Le secteur de la Vallée Belvédère
- Le secteur Plateau
- Le secteur Coteau

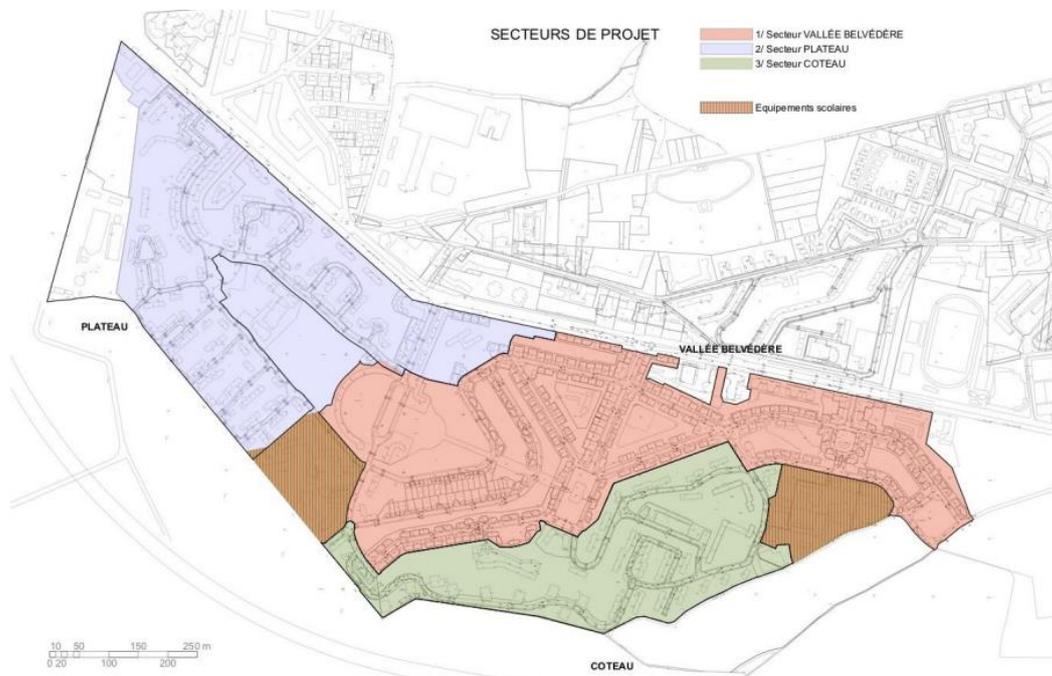


Figure 2: Schéma représentatif des secteurs de la Cité Jardin de la Butte Rouge  
Concernant les opérations envisagées, on distingue trois catégories de bâtiments :

- Les bâtiments concernés par une protection stricte. La démolition est alors interdite et seules les opérations de réhabilitations, intégrant éventuellement une reconfiguration intérieure, sont autorisées.
- Les bâtiments concernés par une protection forte. La démolition est interdite mais où une rénovation lourde est envisagée.
- Les bâtiments concernés par la démolition.

Secteur	Vallée Belvédère	Plateau	Coteau
Nb immeubles	111	71	35
Surfaces (emprise)	35 137 m <sup>2</sup>	23 560 m <sup>2</sup>	13 285 m <sup>2</sup>
Années de construction	1931-1939	1948-1952	1955-1960

Tableau 1 : Caractéristiques bâtiments de la Cité Jardin

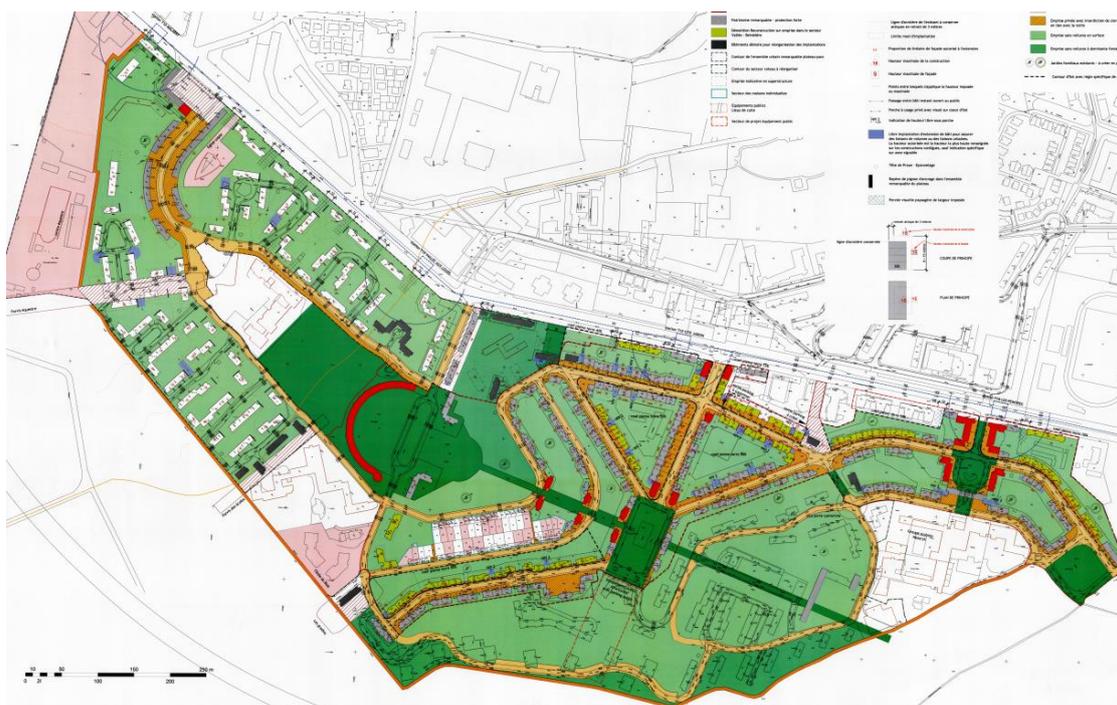


Figure 3: Plan de masse de la Cité Jardin de la Butte Rouge

## 1.5. CADRE REGLEMENTAIRE

Le diagramme ci-dessous synthétise les différentes options de valorisation possibles pour les matériaux disponibles. Les options sont classées par ordre de priorité pour atteindre les filières de valorisation les plus vertueuses dans une optique globale de développement durable. Le réemploi sera ainsi toujours préférable au recyclage, qui lui-même sera privilégié, pour n'arriver en valorisation énergétique ou enfouissement qu'en dernier recours.

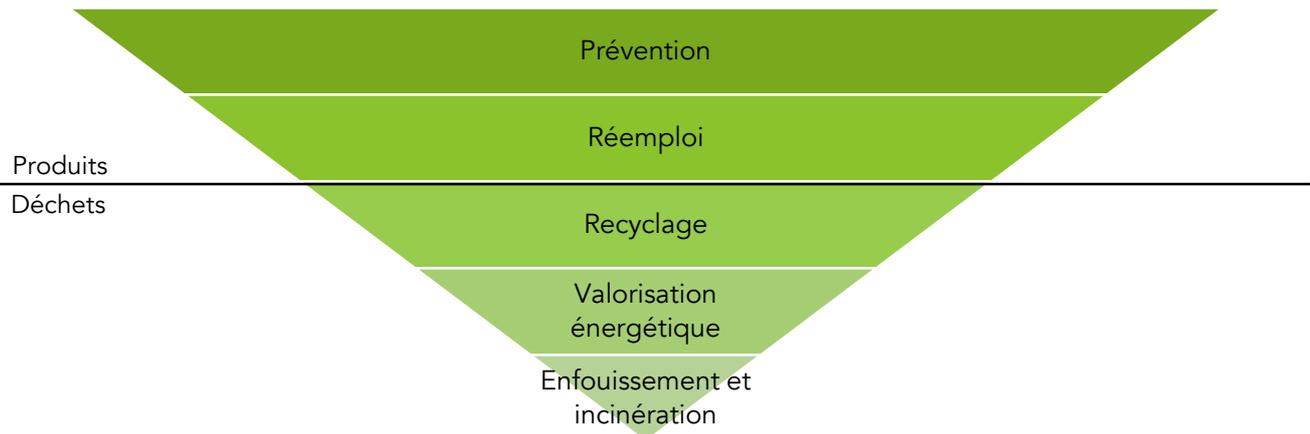


Figure 4: Hiérarchisation de la gestion des matériaux issus de la déconstruction

La hiérarchie des modes de traitement doit être respectée au maximum en privilégiant dans l'ordre :

- la prévention de la production de déchets, par une gestion raisonnée des ressources du chantier ;
- le réemploi, par l'utilisation de ressources pour un usage identique à celui pour lequel elles avaient été conçues, en évitant le statut de déchet ;
- le recyclage, par le retraitement des ressources en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins ;
- la valorisation énergétique en installation d'incinération.

Les définitions précises, selon le *code de l'environnement* sont les suivantes :

**Déchet** : toute substance ou tout objet, ou plus généralement tout bien meuble, dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire.

**Réemploi** : toute opération par laquelle des substances, matières ou produits qui ne sont pas des déchets sont utilisés de nouveau pour un usage identique à celui pour lequel ils avaient été conçus.

**Recyclage** : toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. Les opérations de valorisation énergétique des déchets, celles relatives à la conversion des déchets en combustible et les opérations de remblaiement ne peuvent pas être qualifiées d'opérations de recyclage.

**Valorisation** : toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en substitution à d'autres substances, matières ou produits qui auraient été utilisés à une fin particulière,

*ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, y compris par le producteur de déchets.*

*Elimination : toute opération qui n'est pas de la valorisation même lorsque ladite opération a comme conséquence secondaire la récupération de substances, matières ou produits ou d'énergie.*

## INTRODUCTION A LA RE2020

En 2020, la France est passée d'une réglementation thermique à une réglementation environnementale, la RE2020, plus ambitieuse et exigeante pour la filière construction selon le ministère de la transition écologique. Elle s'inscrit dans une action continue et progressive en faveur de bâtiments moins énergivores. La dernière réglementation thermique était la RT2012, issue du Grenelle de l'environnement. En France, le secteur du bâtiment représente 44% de la consommation d'énergie et près de 25% des émissions de CO<sub>2</sub>.

Le secteur du bâtiment est un enjeu central dans la lutte contre le changement climatique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il est le secteur économique le plus consommateur d'énergie en France.

Introduite par la Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) de 2015, la stratégie nationale Bas-Carbone (SNBC) et la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) fixent des orientations pour les filières afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050.

La RE2020 est une nouvelle réglementation environnementale des bâtiments neufs en 2020. L'objectif de la RE2020 est de poursuivre l'amélioration de la performance énergétique et du confort des constructions, tout en diminuant leur impact carbone. La RE2020 introduit la mesure de performance environnementale du bâtiment. Cette évaluation se base sur le principe de l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) qui permet de mesurer l'impact environnemental du bâtiment sur l'ensemble de son cycle de vie (composants, chantier, énergie et eau consommées pendant l'exploitation et la fin de vie des bâtiments).

La RE2020 apporte ainsi une innovation majeure : elle tient compte des émissions du bâtiment sur toute sa durée de vie, de sa construction jusqu'à sa démolition. La méthodologie d'analyse de cycle de vie (ACV) retenue pour le calcul de l'impact sur le réchauffement climatique des bâtiments concernés par la RE2020 est celle d'ACV Dynamique. Cela a donc un impact sur les Fiches de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) qui reposent sur l'ACV. Les FDES sont indispensables pour tous les produits de construction, c'est un document normalisé qui présente les résultats de l'analyse de cycle de vie d'un produit ainsi que les informations sanitaires dans la perspective du calcul de la performance environnementale et sanitaire du bâtiment pour son éco-conception.

L'ACV Dynamique proposée dans la RE2020 propose d'attribuer un poids plus important aux émissions qui sont émises au début du cycle de vie par rapport à celles émises en fin de vie du bâtiment. Contrairement à l'ACV statique qui attribue un poids égal aux émissions réalisées peu importe le moment où elles sont émises dans le cycle de vie du bâtiment. L'ACV Dynamique permet de répondre à deux problématiques :

- l'urgence du changement climatique : c'est la quantité de gaz à effet de serre émise actuellement qui est réduite et non celle émise dans quelques décennies.

- les scénarios de fin de vie des matériaux sont conventionnels et basés sur des hypothèses actuelles. Ces scénarios présentent des incertitudes et cette méthode dynamique permet de pondérer les coefficients de l'ACV Dynamique.

Ainsi, l'ACV dynamique prend en compte la cinétique de dégradation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère ce que ne fait pas la méthode statique. C'est ainsi que la dynamique au calcul est intégrée tout en utilisant des calculs d'impacts statiques (à travers les FDES) et que la RE2020 intègre des coefficients de pondération. La RE2020 propose donc une méthode ACV dynamique simplifiée.

Le rôle du maître d'ouvrage est d'intégrer ces nouvelles restrictions. La RE2020 rentrera en vigueur d'ici le 1<sup>er</sup> janvier 2022. Les permis de construire déposés après l'été 2021 devront prendre en compte la nouvelle réglementation. Les exigences seront renforcées en 2024, 2027 et 2031.

## 1.6. LIMITES DE PRESTATION

Notre mission comprend :

- Le détail quantitatif et qualitatif des éléments de gros œuvre et second œuvre identifiés sur site ;
- La proposition de filières locales de réemploi et de valorisation et leurs modalités d'acceptation ;
- La réalisation d'une étude technico-économique : définitions avec les acteurs locaux des conditions techniques et financières de réemploi et recyclage ;
- Élaboration d'une feuille de route pour une démarche de réemploi et de valorisation des matériaux de déconstruction du NPNRU

La présence de matériaux ou d'éléments dans l'inventaire ne garantit en rien leur réemploi. Les moyens doivent être mis en œuvre afin de déposer convenablement ces éléments, les reconditionner temporairement, les stocker, les remettre en état si nécessaire et les inclure dans un projet de construction.

D'autre part, l'étude ne garantit pas les niveaux de performance des éléments notamment concernant la solidité et la résistance de ces derniers. Les quantités du présent rapport sont estimées. Les prix de revente et les temps de dépose supplémentaires sont donnés à titre indicatif afin d'avoir un ordre de grandeur.

Enfin, en l'absence d'information, certains matériaux identifiés dans le catalogue peuvent être pollués ou pourront l'être lors de la dépollution du site (les manipulations des éléments amiantés peuvent contaminer les matériaux situés à proximité). Une coordination entre les différents acteurs en charge des déconstructions (MOe, entreprises, CT et CSPS) s'avérera donc nécessaire.

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1. ORGANISATION DU RAPPORT

Dans ce rapport, vous retrouverez :

- Le diagnostic quantitatif et qualitatif des gisements de déconstruction et construction. Ce diagnostic présentera les différents matériaux concernés par la déconstruction et les quantités associées. Dans cette partie on distinguera plusieurs catégories d'éléments. Les éléments présentant un potentiel de réemploi ou de réutilisation, les éléments concernés par le recyclage et ceux concernés par la valorisation énergétique.
- Une étude sur la région Île-de-France présentant les acteurs qui participent à la démarche d'économie circulaire. Un inventaire des formations initiales et professionnelles intégrant les notions et enjeux portés par les actuelles ou futures normes constructives.
- Une étude technico-économique pour définir, avec les acteurs locaux, les conditions techniques et financières de réemploi et recyclage. Cette étude présentera les différents scénarios de valorisation et les coûts associés de curage et de gestion des déchets. Les quantités prises en compte sont issues des quantitatifs réalisés par Neo-Eco. Les scénarios d'envoi en ISDND et ISDI sont présentés ici comme scénarios de référence par rapport aux scénarios de valorisation.
- Une feuille de route pour une démarche de réemploi et de valorisation des matériaux de déconstruction du NPNRU

### 2.2. RECUEIL DE DONNEES

La première étape de l'étude aura consisté à recueillir l'ensemble des informations et données permettant de définir et d'identifier le périmètre concerné par l'étude. Ces données ont été transmises par la mairie de Chatenay-Malabry et ont permis d'identifier les données suivantes :

- L'adresse ;
- Le quartier ;
- La commune ;
- Le type d'opération réalisée (déconstruction, réhabilitation, construction) ;
- Le type de bâtiment (logement individuel ou collectif, structure scolaire, structure tertiaire, ...).

Ces données ont ensuite été synthétisées sous Excel afin de permettre à notre partenaire CitéSource de compléter les informations manquantes et de générer une estimation des gisements correspondants.

### 2.1. DEROULEMENT DES AUDITS

Les audits ont eu pour but d'observer la structure du bâtiment, mesurer et quantifier les éléments de gros et de second œuvre. Ce rapport a donc été réalisé sur la base d'un audit visuel et destructif sur les murs, cloisons, sols et plafonds dans le but de définir la nature des revêtements, des matériaux constitutifs des bâtiments et des produits réemployables.

## 2.2.CRITERES DE CHOIX

La visite du site a également permis d'évaluer le potentiel de valorisation des éléments constituant le bâtiment.

Les matériaux de réemploi sont sélectionnés selon les critères suivants :

- État apparent et la qualité des matériaux : contrôle visuel, relevé photographique ;
- Quantité : évaluation des quantités intéressantes ;
- Homogénéité : si les composants sont identiques ;
- Accessibilité : démontabilité de l'élément et localisation dans le bâti ;
- Risque sanitaire : analyse des diagnostics pollutions, lorsque fournis.

Les matériaux recyclables sont sélectionnés selon les critères suivants :

- État apparent et la qualité des matériaux : contrôle visuel, relevé photographique ;
- Composition : évaluation de la structure du matériau et de ses composants ;
- Quantité : évaluation des quantités ;
- Accessibilité : démontabilité de l'élément et localisation dans le bâti ;

Par élimination, les matériaux non présentés dans la section réemploi sont considérés comme non réemployables.

### 3. DIAGNOSTIC QUANTITATIF ET QUALITATIF DES GISEMENTS A L'ECHELLE DE LA CITE JARDIN

#### 3.1. APPROCHE MACRO

Cette phase, réalisée avec notre partenaire CitéSource, aura consisté à étudier les flux matières entrants et sortants générés par l'ensemble des opérations de la Cité Jardin (déconstruction, rénovation, reconstruction). Toutes ces données ont été quantifiées prenant en compte le type de matériau ainsi que le planning associé.

Le mode opératoire pour l'évaluation du quantitatif des matériaux générés par les déconstructions s'est basé sur des bases de données connues, telles que la BD Topographique de l'IGN et les données synthétiques et anonymisés issues des fichiers fonciers du ministère des finances.

La composition en matériaux des bâtiments et autres ouvrages bâtis est estimée à partir de données fournies par le CSTB et la marie de Haut de Briève Habitat. Il s'agit de données théoriques qui reposent sur l'hypothèse d'une homogénéité des ouvrages inclus dans un même groupe. On considère par exemple que tous les bâtiments d'habitat collectif construits entre 1948 et 1974 ont la même structure et par conséquent la même composition en matériaux. Cette hypothèse, très simplificatrice, permet d'utiliser des densités moyennes en matériaux et ainsi d'estimer et localiser les gisements de déchets et les besoins en matériaux par parcelle. La figure ci-dessous illustre cette méthodologie.

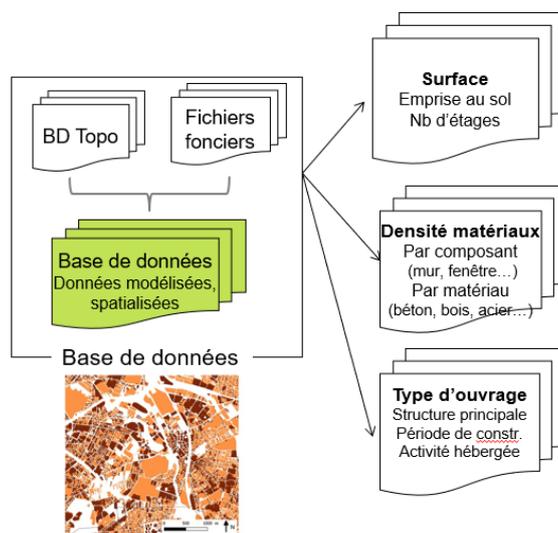


Figure 5: Synthèse de la méthodologie de quantification des gisements à l'aide de la BD Topographique

Cette approche est affinée par les documents fournis par la marie de HBH (Haut de Briève Habitat). Ces documents présentent une description succincte du système constructif des bâtiments de la Cité Jardin.

L'exploitation de ces bases de données appliquées au périmètre visé ont permis de préciser des informations telles que :

- Le type d'ouvrage
- Le tonnage estimé par gisement et par bâtiment (béton, brique, acier, autres).

Concernant l'identification des matériaux, ces derniers sont regroupés en 8 catégories que l'on retrouve dans le tableau suivant :

Groupe de matériaux	Description détaillée
BETON	Béton sous toutes ces formes / hors béton en fondation
PIERRE	Pierre
BOIS ET AUTRES BIOSOURCES	Menuiserie en bois
METAUX	Acier, métaux non ferreux
PLATRE	Plâtre, enduit et mortier
PVC ET AUTRES PLASTIQUES	PVC et autres matières plastiques : PVC fenêtre, Isolant polystyrène
VERRE	Verre plat
BRIQUES ET AUTRES MINERAUX	Brique en mur et en cloison (gros œuvre et second œuvre), parpaing, laine minérale, autres minéraux (céramique, tuile, etc)

Tableau 2: Caractéristiques bâtiments de la Cité Jardin

L'ensemble de ces données ont été reportées de manière exhaustive dans un tableur permettant ensuite de générer une cartographie des bâtiments à travers le périmètre, intégrant leurs données spécifiques. Les liens suivants renvoient vers les cartographies ArcGIS :

- Carte des matériaux issus des opérations de démolitions et de réhabilitations de bâtiments : <https://bit.ly/3mxqMAR>
- Carte du besoin en matériaux : <https://bit.ly/3yVwstk>

Un exemple de cette cartographie est présenté en figure ci-dessous. Les bâtiments concernés par les opérations de déconstruction/rénovation et les reconstructions sont représentés par des disques variant en fonction de leur poids, c'est-à-dire que plus un bâtiment présente un potentiel de gisement en matériaux important, plus ce dernier apparaîtra grand. On retrouve aussi un diagramme représentant la répartition totale des matériaux issus du gisement. Puis une cartographie de la cité où les bâtiments sont représentés par typologie de construction.

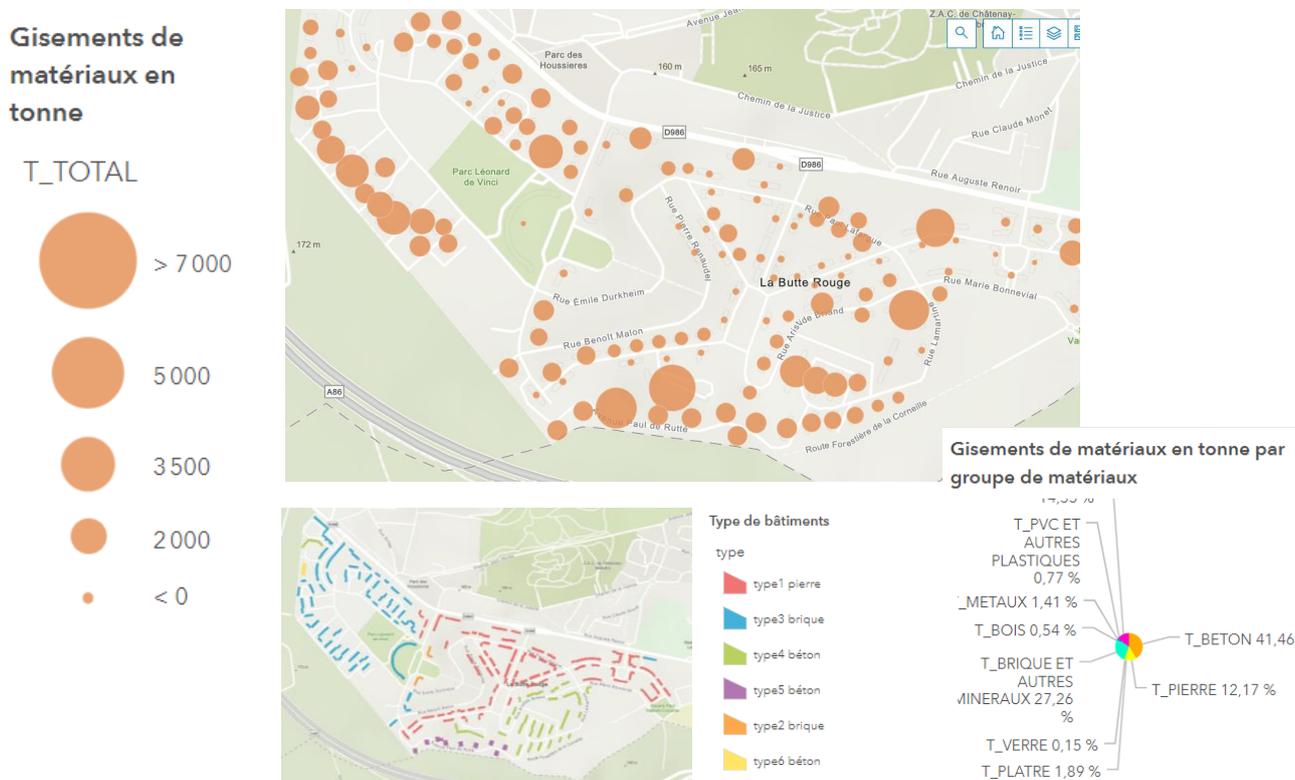


Figure 6: Extrait de la carte ArcGIS (matériaux issus des opérations de démolitions et de réhabilitations de bâtiments) appliquée au périmètre de l'étude

### 3.2.APPROCHE MICRO

Dans le but d'affiner le quantitatif estimé, des visites de sites ont été organisées sur un échantillon de bâtiments représentatifs de l'ensemble des structures, en considérant leur type, leur période de construction, ou encore leur quartier. Le choix des bâtiments audités s'est fait sur l'interprétation à la fois du tableur Excel et de la carte topographique. Ces audits sur site avaient deux objectifs : définir un coefficient correcteur du premier estimatif, et qualifier le gisement en identifiant les composants des bâtiments ainsi que les possibles éléments du réemploi. Le coefficient correcteur sera appliqué uniquement sur le gisement sortant issu des opérations sur les bâtiments.

Le graphique ci-dessous présente la répartition des gisements issus des opérations de déconstruction/rénovation, obtenue à la suite de l'étude macro :

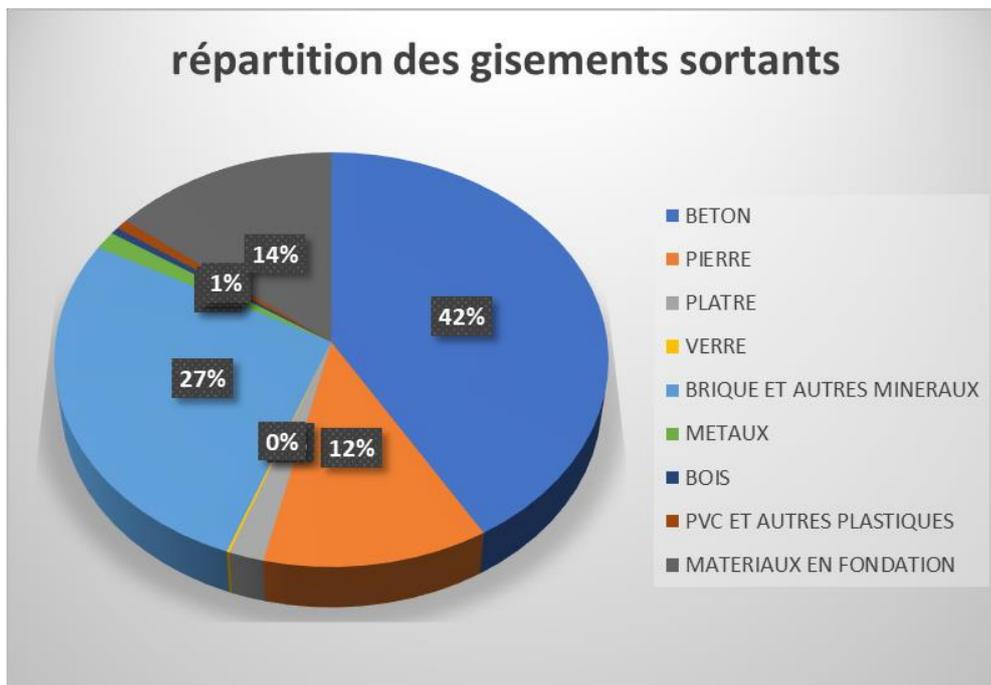


Figure 7: Répartition des matériaux sortants de l'ensemble de la Cité Jardin

Ce graphique nous permet d'observer la diversité des matériaux issus du gisement. Concernant les matériaux du gros œuvre, on remarque que le béton, la pierre et la brique représente plus de 2/3 du gisement total. Cette information nous permet d'en déduire qu'il faudra une attention particulière pour ces éléments lors de nos audits afin d'affiner ces quantités.

Après l'étude des documents transmis par Haut de Briève Habitat, nous avons pu identifier 6 typologies de bâtiment. Ces typologies se différencient par des systèmes constructifs différents :

- Type 1 pierre : Maçonnerie en pierre armée, poteaux poutre en béton, avec remplissage en cloisons de briques avec lames d'air. Les planchers sont en béton nervuré, les murs en double cloison de brique, carreaux de mâchefers, enduit plâtre. Enduit en façade, terrasse béton et étanchéité.



Figure 8: Typologie pierre 1

- Type 2 brique : Bâtiment en maçonnerie poteaux poutre en béton avec remplissage en cloison de brique avec lame d'air. Planchers en béton nervurés, murs en double cloison brique, carreaux de mâchefer, enduit plâtre. Enduit en façade avec isolation en polystyrène, terrasse béton armé et étanchéité



Figure 9: Typologie Brique 2

- Type 3 brique : Maçonnerie en béton armé, façades et refends porteur en brique de terre cuite et carreaux de plâtre, planchers en poutrelle béton, hourdis terre cuite, et poteaux en béton armé. Enduit en façade, plâtre, terrasse béton et étanchéité



Figure 10: Typologie Brique 3

- Type 4 béton : Bâtiment sur pilotis (ou non), en ossature poteaux poutre en béton avec remplissage en parpaing. Les planchers sont en dalle béton armés. Les cloisons et contre cloisons sont en brique plâtrière. Enduit en façade avec isolation en polystyrène, terrasse béton armé et étanchéité.



Figure 11: Typologie Béton 4

- Type 5 béton : Maçonnerie en ossature poteaux poutre en béton et remplissage en parpaing. Les planchers sont en dalle béton armés. Les cloisons et contres cloisons en briques plâtrières, enduit en façade, plâtre, terrasse béton et étanchéité.



Figure 12: Typologie Béton 5

- Type 6 béton : Bâtiment récent construit après 1975 et qui représente 1 seul bâtiment sur l'ensemble de la Cité Jardin.
- Patrimoine emblématique : qui sera traité à part des typologies précédentes et fera l'objet d'un audit pour évaluer le potentiel de réemploi.



Figure 13: Patrimoine emblématique

À présent que nous avons mis en lumière la diversité des bâtiments au sein de la Cité Jardin, intéressons-nous à leur répartition quantitative.

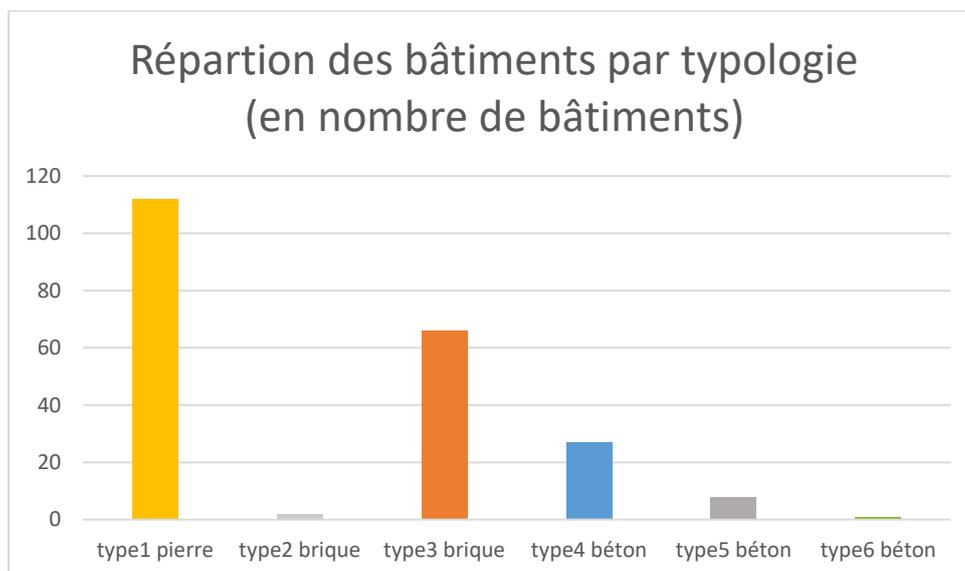


Figure 14: Répartition quantitative des typologies de bâtiment

Ce graphique nous révèle clairement que notre périmètre est représenté par 3 typologies principales. Les bâtiments type 1 pierre, Type 3 brique et Type 4 béton qui représentent à eux trois plus de 95% des bâtiments. À l'issue de ce premier graphique nous pouvons déjà pressentir le choix des bâtiments à auditer. En effet, les typologies citées ci-dessus étant les plus représentatives de la Cité Jardin, l'audit de celles-ci nous permettront d'affiner nos quantités de façon la plus pertinente possible.

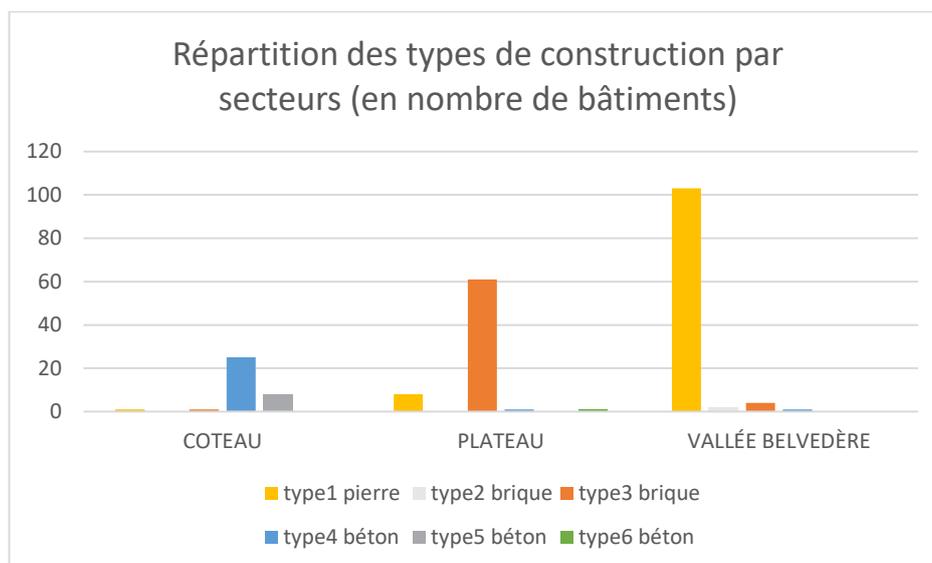


Figure 15: Répartition des typologies par secteur

En lien avec la figure présentée précédemment (figure 11), la figure ci-dessus indique la répartition des typologies de bâtiment par secteur. Si l'on s'intéresse plus particulièrement aux typologies identifiées juste avant (type 1 pierre, type 3 brique, type 4 béton), on remarque que chaque typologie est prépondérante au sein d'un secteur :

- Pour le secteur Coteau, la typologie 4 béton représente 71% des bâtiments
- Pour le secteur Plateau, la typologie 3 brique représente 86% des bâtiments
- Pour le secteur Vallée Belvédère, la typologie 1 pierre représente 94% des bâtiments

Suite à l'analyse des graphiques, les localisations suivantes, des bâtiments à auditer pour affiner le diagnostic quantitatif, ont été retenue :

Typologie	Secteur	Ilôt
Type 1 pierre	Vallée Belvédère	Barbusse
Type 3 brique	Plateau	Les closes
Type 4 béton	Coteau	-
Patrimoine emblématique	Vallée Belvédère	Demi-lune

Tableau 3: Choix des bâtiments à auditer

Ces bâtiments ont été choisis à la fois pour leur quantité de gisement sortante importante et pour leur année de déconstruction prévue (pas avant 2022). On s'assure ainsi de pouvoir avoir le temps de mettre en place les différentes dispositions/préconisations pour favoriser l'économie circulaire. Concernant le patrimoine emblématique, l'audit d'un tel bâtiment permettra d'évaluer non pas les quantités de gros œuvre mais plutôt le potentiel réemploi d'un site aux caractéristiques atypiques.

## AUDIT

La phase d'audit est primordiale dans la phase de quantification, car elle permet de révéler la vraie nature des bâtiments. D'autant plus pour un quartier comme la Cité Jardin qui, du fait de sa date de

construction, présente des caractéristiques architecturales bien particulières et qui par conséquent complexifie l'identification de sa composition.

À l'issue de nos audits, nous avons pu mieux comprendre les particularités des bâtiments et surtout observer un écart entre les systèmes constructifs décrits dans les documents et les bâtiments visités. Pour être plus précis, on observe pour les bâtiments construits avant 1955 (soit les typologies pierre et briques précédemment présentées), on retrouve en majorité des blocs de béton semblable à du mâchefers parfois couleur ocre. Hormis le béton de mâchefer, on retrouve en plus faible quantité que prévue, parfois de la brique pleine et souvent de la brique plâtrière au niveau des cloisons. Concernant les sous-sols, on observe une plus grande diversité dans le choix des matériaux avec l'utilisation de parpaings, de béton, de brique pleine ou encore de la pierre.

Pour les éléments du second-œuvre (métaux, plastiques, verre, bois), la phase d'audit a permis de clarifier les quantités avec notamment l'identification d'un plancher bois sur la majeure partie des logements, mais aussi clarifier les typologies de menuiseries avec une répartition 70% / 30% pour les menuiseries PVC / Aluminium.

## DETERMINATION DU COEFFICIENT CORRECTEUR

Le coefficient correcteur correspond à un ratio déterminé en calculant la différence entre le quantitatif estimé par CitéSource et celui mesuré sur site lors des audits.

Ce ratio a été déterminé pour chacun des bâtiments audités afin d'extrapoler le coefficient correcteur à la typologie de bâtiment concerné dans un premier temps. Puis dans un second temps, nous pourrions présenter les quantités de gisement par secteur.

### Type 1 pierre

Synthèse bâtiment adresse : 31 rue Henri Barbusse			
Matériaux	Quantité estimée (t)	Quantité mesurée lors de l'audit (t)	Coefficient correcteur
Béton	17	982	<b>57,7</b>
Pierre	437	170,64	<b>0,39</b>
Brique & autres minéraux	230	34,08	<b>0,15</b>
Plâtre	7	60,61	<b>8,6</b>
Verre	1	1,5	<b>1,5</b>
Bois	3	9,55	<b>3,17</b>
Métaux	10	1,71	<b>1</b>
PVC et autres plastiques	4	6,89	<b>1,72</b>
Total	780	1277,54	1,64

Tableau 4: Détermination du coefficient correcteur pour le bâtiment rue Henri Barbusse

Le tableau ci-dessus indique les coefficients correcteurs déterminés suite à l'audit du bâtiment rue Henri Barbusse. Le béton est composé d'une structure en béton de mâchefers et non en pierre comme indiquaient les documents. La quantité de béton a donc été complètement revue à la hausse et la

quantité de pierre et de brique a largement diminuée. A contrario, les quantités de verre, de bois et de PVC autres plastiques et plâtre ont-elles augmenté. La répartition du béton est donc la plus importante (76% en masse). Concernant les métaux, on gardera la valeur initiale car à l'inverse de l'approche Cité Source, la quantité mesurée lors de l'audit ne prend pas en compte le ferrailage présent dans la structure des bâtiments.

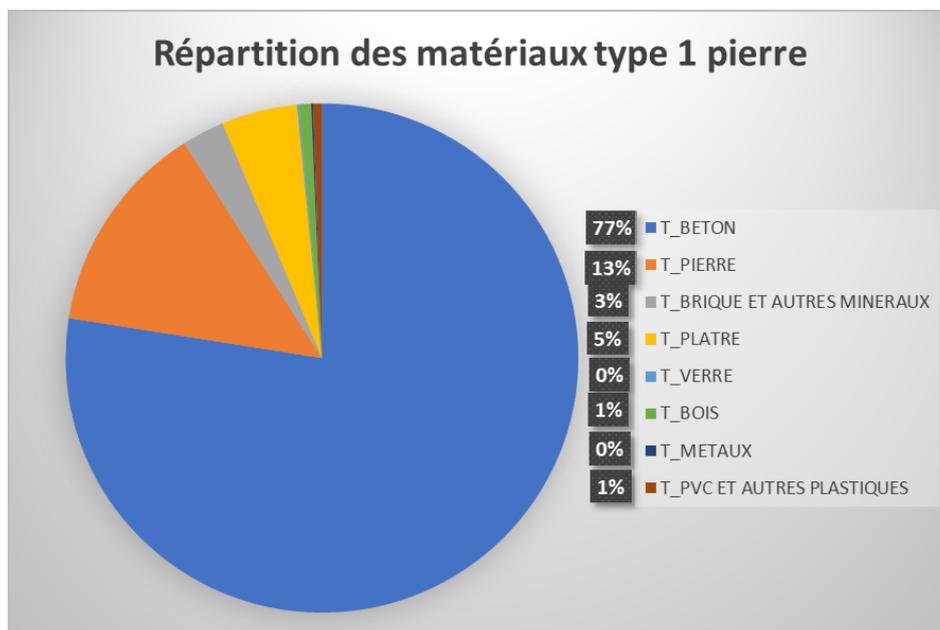


Figure 16: Répartition des matériaux pour la typologie 3 Brique

### Type 3 brique

Synthèse bâtiment adresse : 333 avenue de la division Leclerc			
Matériaux	Quantité estimée (t)	Quantité mesurée lors de l'audit (t)	Coefficient correcteur
Béton	623	407,7	<b>0,65</b>
Pierre	0	164,7	<b>1/m<sup>2</sup>emprise*</b>
Brique & autres minéraux	470	82,5	<b>0,17</b>
Plâtre	22	22,4	<b>1</b>
Verre	1	2,2	<b>1,78</b>
Bois	4	4,7	<b>1,06</b>
Métaux	16	16	<b>1</b>
PVC et autres plastiques	6	1,4	<b>0,21</b>
Total	1157	701,6	0,61

Tableau 5: Détermination du coefficient correcteur du 333 avenue de la division Leclerc

Le tableau ci-dessus indique les coefficients correcteurs déterminés suite à l'audit du 333 avenue de la Division Leclerc. On observe une importante variation pour la quantité de béton et brique qui ont été revus à la baisse et la quantité de plâtre a largement diminué. En effet lors de l'audit, la brique a été identifiée seulement dans les cloisons (brique plâtrière) A contrario, la quantité de verre a

largement augmenté. La répartition du béton reste largement la plus importante (91% en masse). La pierre est l'élément qui subit la plus forte variation. En effet, la typologie brique présente de la pierre meulière au niveau des sous-sols.

\* : étant donné que l'on ne peut déterminer un coefficient correcteur pour la Pierre, on détermine un ratio par m<sup>2</sup> d'emprise du bâtiment. En effet, la pierre étant localisée dans les sous-sols, il est plus pertinent de réaliser le ratio selon cette référence.

L'emprise de l'adresse 333 avenue de la Division Leclerc est de 166,3m<sup>2</sup>.

Ratio = 164,7 tonnes de pierre pour 166,3m<sup>2</sup> d'emprise => r = 1/m<sup>2</sup> de surface d'emprise

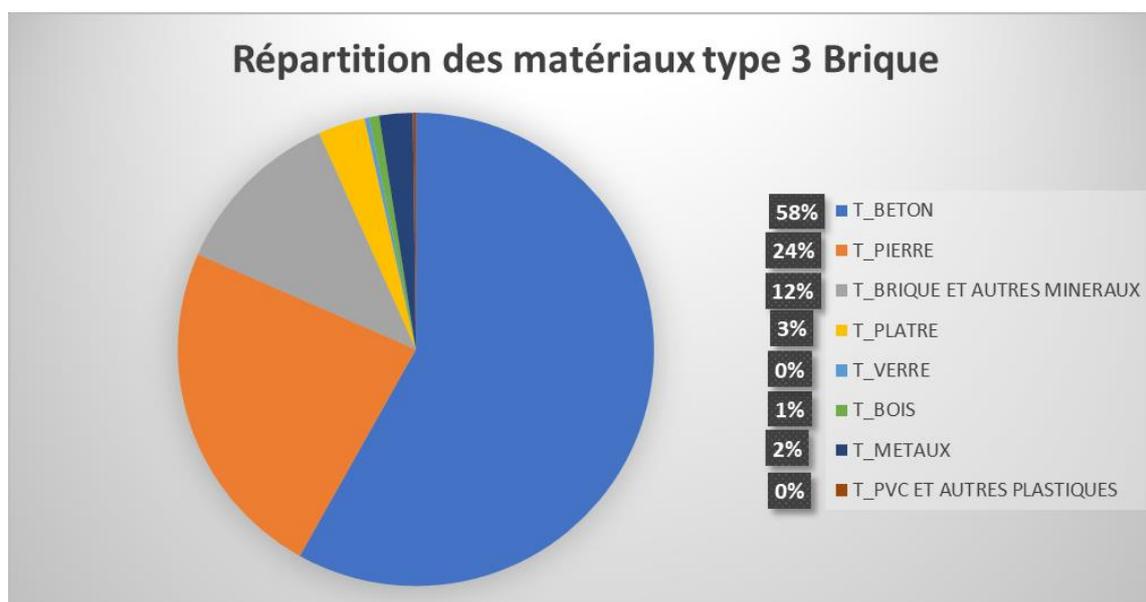


Figure 17: Répartition des matériaux pour la typologie 3 Brique

### Type 4 béton

Synthèse bâtiment adresse : 12 rue Aristide Briand			
Matériaux	Quantité estimée (t)	Quantité mesurée lors de l'audit (t)	Coefficient correcteur
Béton	779	935	<b>1,2</b>
Brique & autres minéraux	164	37,35	<b>0,23</b>
Plâtre	10	16,8	<b>1,73</b>
Verre	1,1	0,6	<b>0,55</b>
Bois	4	4,9	<b>1,23</b>
Métaux	20	20	<b>1</b>
PVC et autres plastiques	6	17	<b>2,97</b>
Total	983	1015,15	1,05

Tableau 6: Détermination du coefficient correcteur du 12 rue Aristide Briand

Le tableau ci-dessus indique les coefficients correcteurs déterminés suite à l'audit du bâtiment Picardie. La quantité de béton a été légèrement revue à la hausse et la quantité de brique a largement

diminué. A contrario, les quantités de plâtre et de PVC autres plastiques ont elles largement augmentées. La répartition du béton reste largement la plus importante (91% en masse).

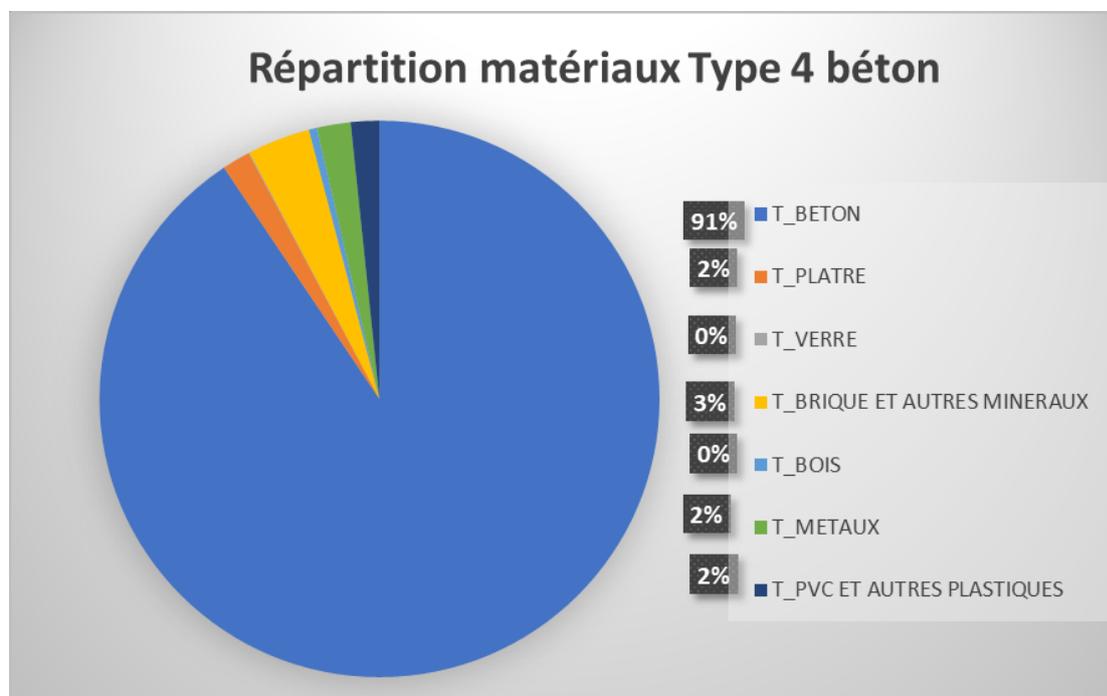


Figure 18: Répartition des matériaux pour la typologie 4 Béton

### Patrimoine emblématique

Aucune correction apportée.

### Synthèses des coefficients correcteurs :

Dans le cas où un matériau n'a pas été retrouvé sur site, on obtient un coefficient correcteur de 0.

Pour les métaux, un coefficient correcteur de 1 sera retenu car la quantité Cité Source prend en compte une part des métaux non quantifiable lors des audits.

Coeff correcteur	Type pierre	Type brique	Type béton
Béton	57,7	0,57	1,2
Pierre	0,39	1/m <sup>2</sup> emprise*	0
Brique & autres minéraux	0,15	0,18	0,23
Plâtre	8,6	1	1,73
Verre	1,5	1,78	0,55
Bois	3,47	1,06	1,23
Métaux	1	1	1
PVC et autres plastiques	1,75	0,21	2,97

Tableau 7: Synthèse des coefficients correcteurs pour chaque typologie

Les coefficients correcteurs seront donc appliqués à chaque catégorie de matériau selon la typologie de bâtiment. On distinguera donc 3 catégories de bâtiments : bâtiments pierre, bâtiment brique et bâtiment béton.

À la suite des audits réalisés et du constat sur les matériaux du gros œuvre qui constituent les bâtiments, nous distinguerons pour la suite seulement 2 typologies de bâtiments :

- Type 1 béton : qui considère tous les bâtiments construits avant 1955 et qui sont donc composé principalement de béton de mâchefer.
- Type 2 béton : qui considère tous les bâtiments construits après 1955 et qui sont donc composé aussi principalement de béton, mais d'un béton plus noble et au potentiel de valorisation plus élevé.

Concernant les catégories de matériaux, nous considérerons pour la suite 7 catégories de matériaux présentés ci-dessous :

Groupe de matériaux	Description détaillée
BETON/PIERRE	Béton sous toutes ces formes (mâchefer en majorité), pierre
BOIS ET AUTRES BIOSOURCES	Portes, parquet
METAUX	Acier, métaux non ferreux
PLATRE	Plâtre, enduit et mortier
PVC ET AUTRES PLASTIQUES	PVC et autres matières plastiques : PVC fenêtre, Isolant polystyrène
VERRE	Verre plat
BRIQUES ET AUTRES MINERAUX	Brique en mur et en cloison (gros œuvre et second œuvre), parpaing, laine minérale, autres minéraux (céramique, tuile, etc)

Tableau 8: Catégories de matériaux considérées

À présent que les quantités sont corrigées, voici ci-dessous la répartition des gisements :

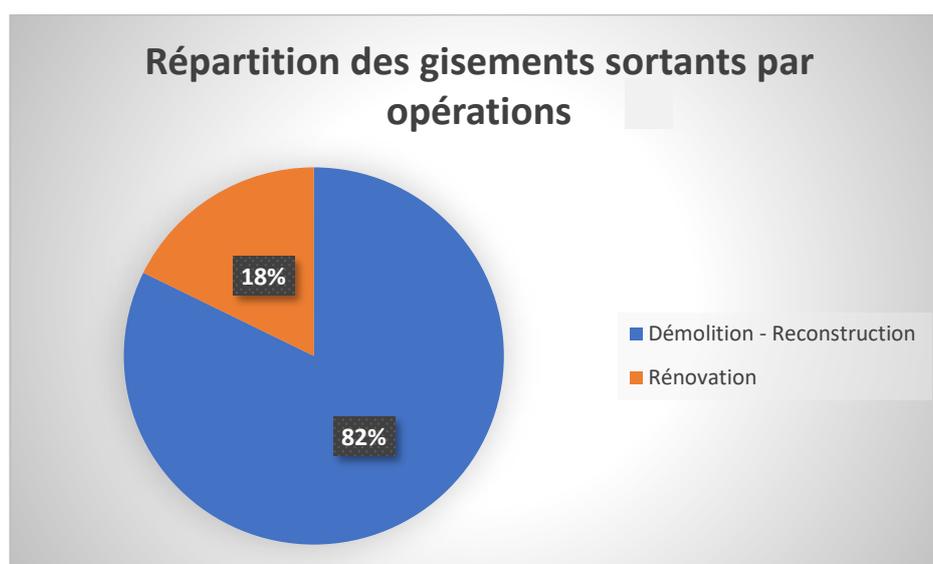


Figure 19: Répartition des gisements sortant par opérations

Le gisement de matières qui sera généré par les travaux de la Cité Jardin de la Butte Rouge atteindra près de **263 898 tonnes**. Parmi ce total, près de 216 396 tonnes seront générées par les opérations de démolition (soit 82%) et près de 47 502 tonnes seront générées par les opérations de rénovation.

## MATERIAUX ISSUS DES SECTEURS

### Secteur Coteau :

Le tableau et graphique ci-dessous indiquent les quantifications mises à jour suite à l'application des différentes corrections micro pour le secteur Coteau. Nous considérerons ces données pour la suite de l'étude.

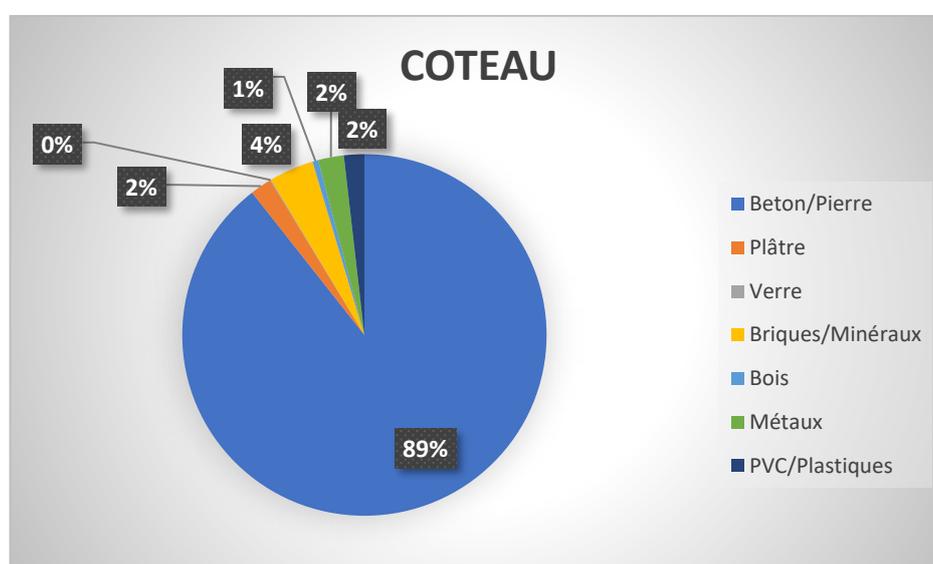


Figure 20: Répartition des gisements sortant pour le secteur Coteau

### Secteur Plateau :

Le tableau et graphique ci-dessous indiquent les quantifications mises à jour suite à l'application des différentes corrections pour le secteur Plateau. Nous considérerons ces données pour la suite de l'étude.

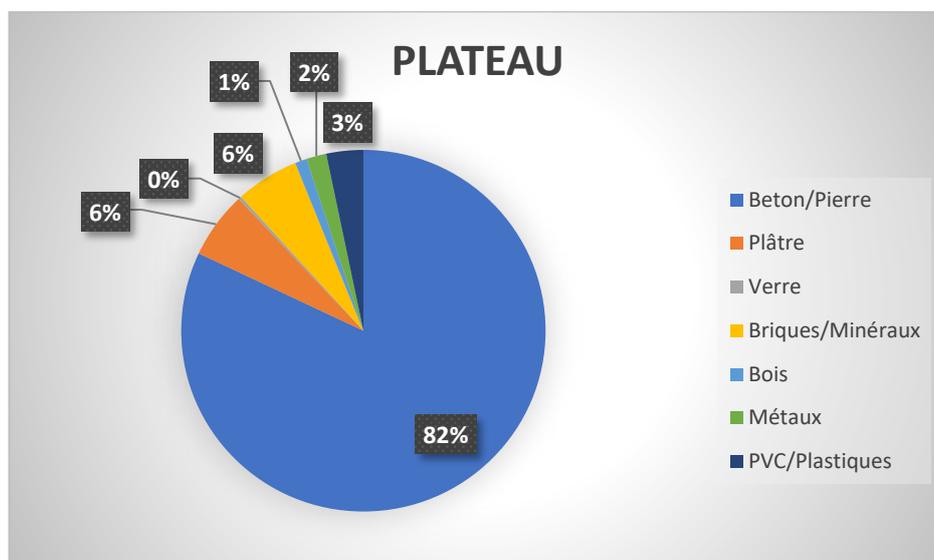


Figure 21: Répartition des gisements sortant pour le secteur Plateau

### Secteur Vallée Belvédère :

Le tableau et graphique ci-dessous indiquent les quantifications mises à jour suite à l'application des différentes corrections pour le secteur Vallée Belvédère. Nous considérerons ces données pour la suite de l'étude.

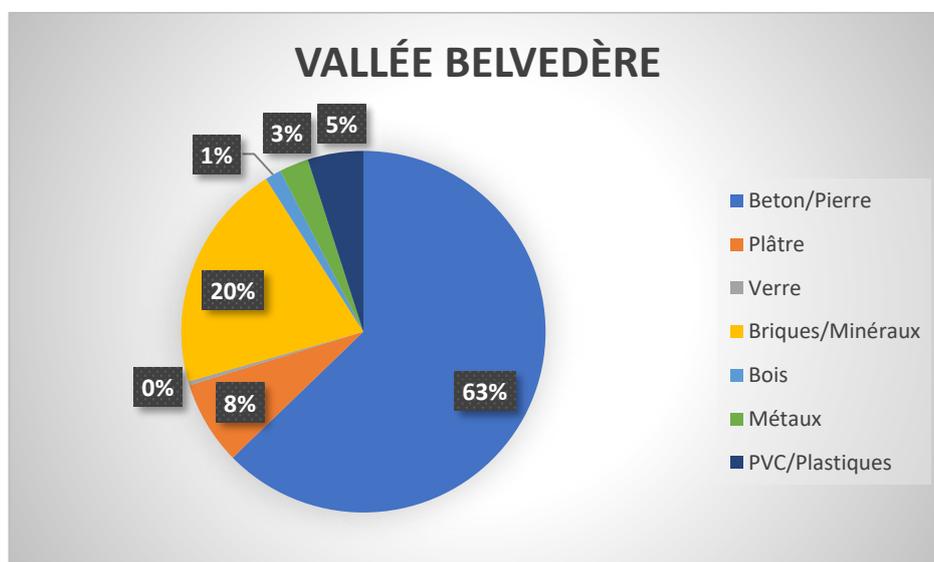


Figure 22: Répartition des gisements sortant pour le secteur Vallée Belvédère

### Synthèse des flux de gisement sur l'ensemble de la Cité Jardin

Il est possible de conclure sur les quantitatifs des matériaux sortants et entrants, pour l'ensemble du périmètre concerné par les opérations (démolition, rénovation).

#### Gisements Sortants :

	COTEAU	PLATEAU	VALLÉE BELVEDÈRE	Total
Béton/Pierre	74095	84076	58703	216873
Plâtre	1594	6119	6994	14708
Verre	68	273	332	674
Brique & autres minéraux	3288	5766	19145	28199
Bois	424	1089	1353	2866
Métaux	1890	1809	2429	6128
PVC et autres plastiques	1495	3359	4624	9478
<b>TOTAL</b>	<b>82854</b>	<b>102491</b>	<b>78553</b>	<b>263898</b>

Tableau 9: Description des quantités sortantes de matière en tonnes, par secteur

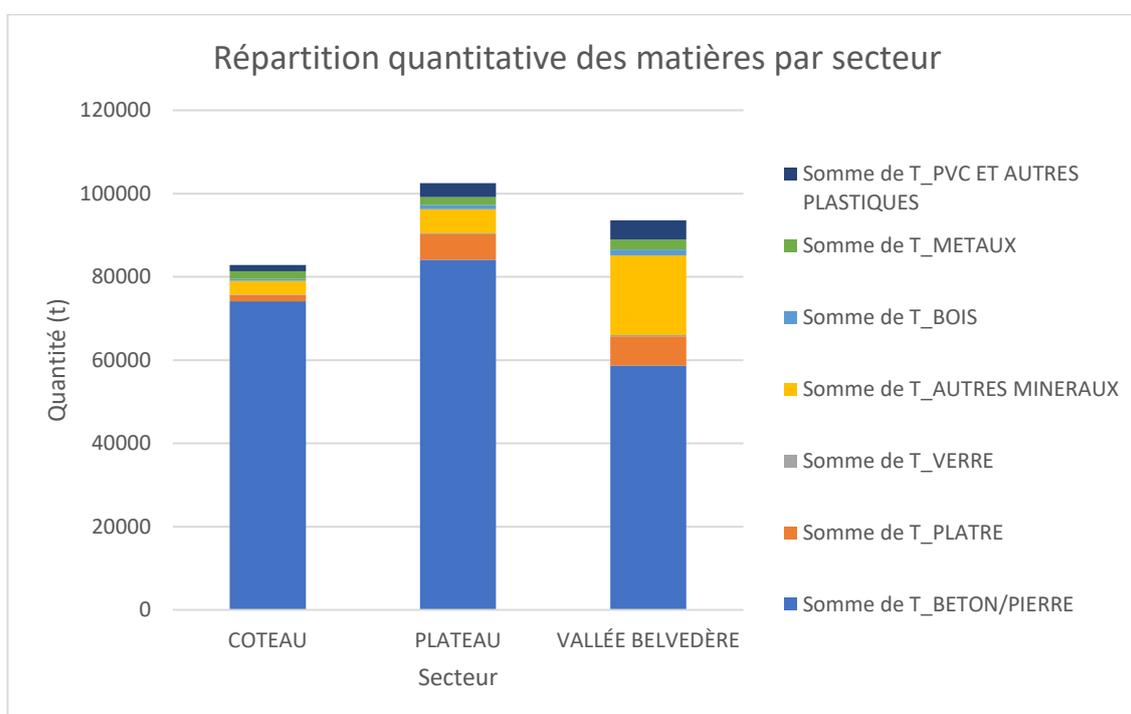


Figure 23: Répartition quantitative par secteur

### Besoins :

Concernant les besoins en matériaux pour la reconstruction ou la rénovation, les hypothèses suivantes ont été prises :

- Pour les reconstructions, la structure considérée est une structure poteaux-poutres/plancher béton. Les éléments de remplissage n'étant pas définis, nous avons pris l'hypothèse d'un remplissage en brique.
- Pour les rénovations, une dépose des revêtements de façades a été considérée et un remplacement par un revêtement en brique de parement. Le remplacement de l'isolation, des cloisons, des menuiseries, portes...

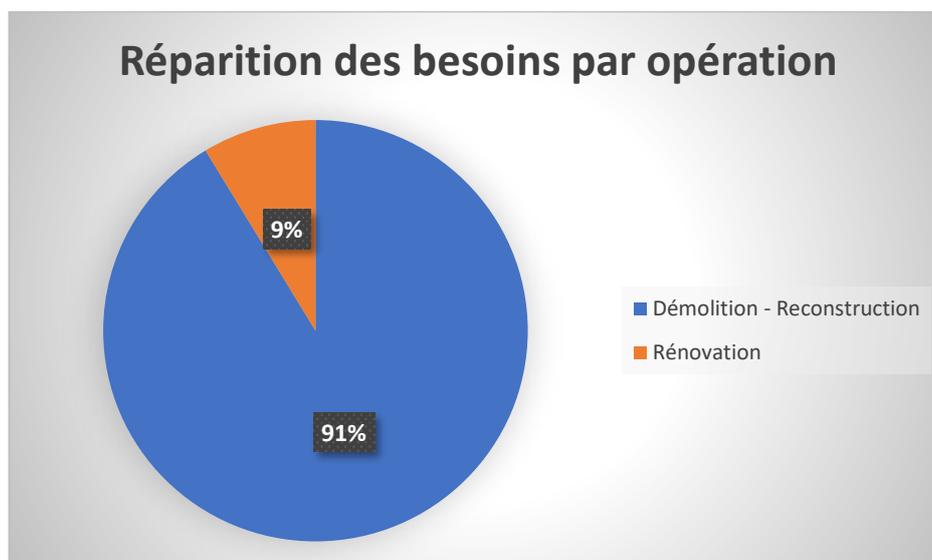


Figure 24: Répartition des besoins par opérations

	COTEAU	PLATEAU	VALLÉE BELVEDÈRE	Total
Béton	69381	79289	47286	195956
Plâtre	5927	9334	8941	24203
Verre	261	425	406	1092
Brique & autres minéraux	7807	12373	9788	29968
Bois	733	1226	1227	3186
Métaux	1342	1626	1024	3992
PVC et autres plastiques	1389	2470	2656	6515
<b>TOTAL</b>	<b>86841</b>	<b>106742</b>	<b>71329</b>	<b>264912</b>

Tableau 10: Description des besoins de matière en tonnes, par secteur

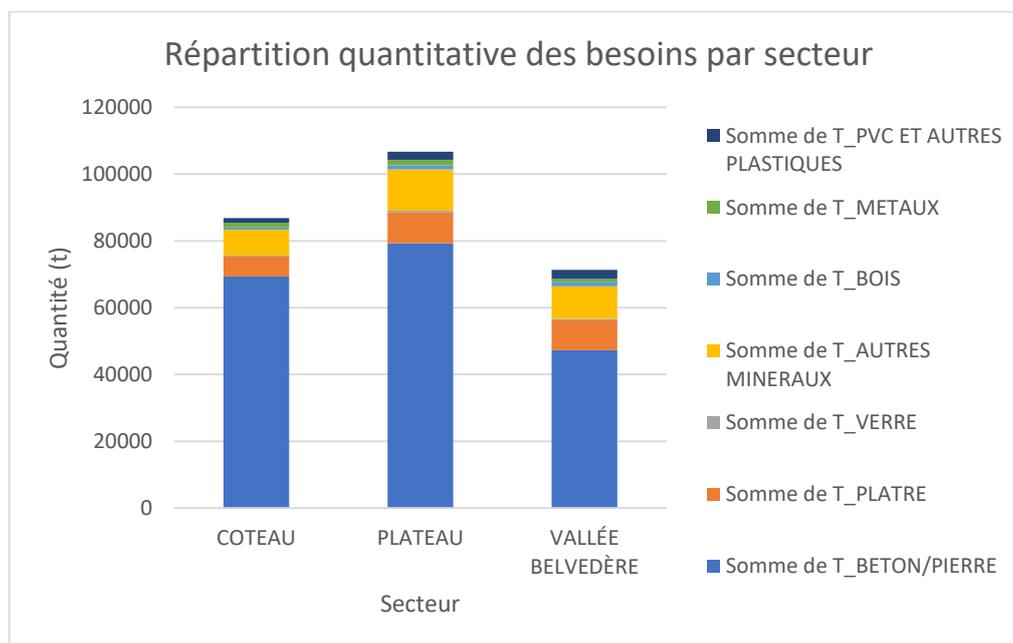


Figure 25: Répartition quantitative des besoins pour la reconstruction/rénovation

### 3.3. PLANNINGS PREVISIONNELS DES FLUX DE MATERIAUX

Les plannings prévisionnels des démolitions, rénovations, réhabilitations et constructions communiquées par la mairie de Chatenay-Malabry ont permis de répartir sur les prochaines années la disponibilité des différents gisements. Attention, ces prévisions concernent 1275 logements sur un total de 3241 logements. Les futurs projets de constructions étant déjà définis, les répartitions du gisement disponible et de besoin au cours du temps vont pouvoir être mises en relation afin d'identifier d'éventuelles synergies relatives des matériaux. Les logements concernés par le planning prévisionnel représentent les phases 0, 1, 2 et 3 du projet.

Les hypothèses suivantes ont été retenues afin d'améliorer au mieux la précision de la disponibilité et le besoin en gisement :

- La durée de travaux pour la "Démolition - Reconstruction" est de 2 ans pour la déconstruction et 2 ans pour la reconstruction à l'exception des ilots tests où l'on considère 1 an pour la déconstruction et 1 an pour la reconstruction.
- La durée de travaux pour la "Rénovation" est de 2 ans où les flux entrants et sortants sont simultanés à l'exception des ilots tests où l'on considère une durée de 3 semestres, soit 1,5 ans.

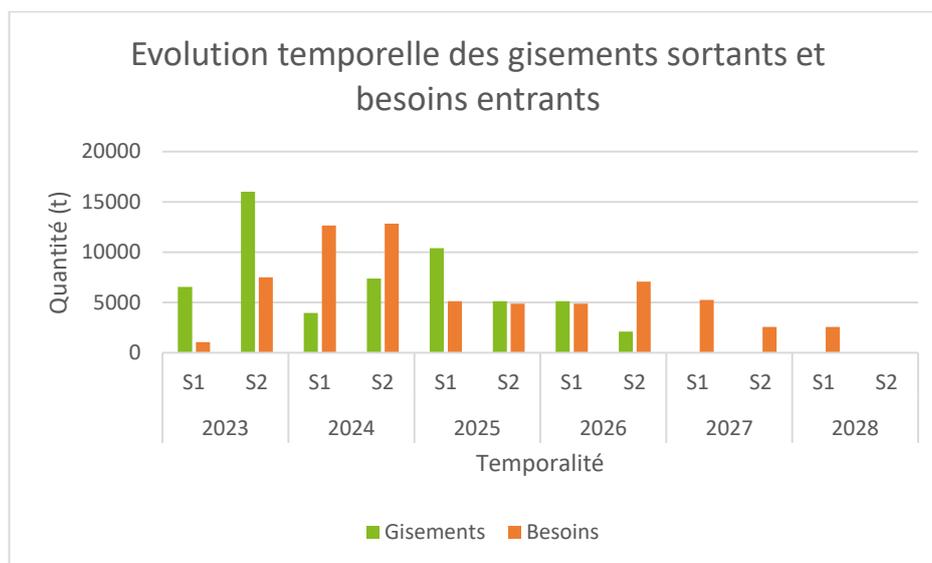


Figure 26: Répartition quantitative des flux sortants et entrants dans le temps

L'estimation de ces gisements permet également de donner une tendance sur la pertinence ou non de mettre en place une plateforme fixe pour la valorisation des matériaux issus des opérations de la Cité Jardin. Dans ce cas, et d'après nos retours d'expérience, la quantité de gisement global sortante chaque année (entre 9 000 T et 12 000 T en 2022 et 2023) n'est pas suffisante pour justifier à elle-seule de la rentabilité économique d'une telle plateforme.

Regardons à présent l'évolution des gisements des matériaux du gros œuvre (béton, pierre, brique) :

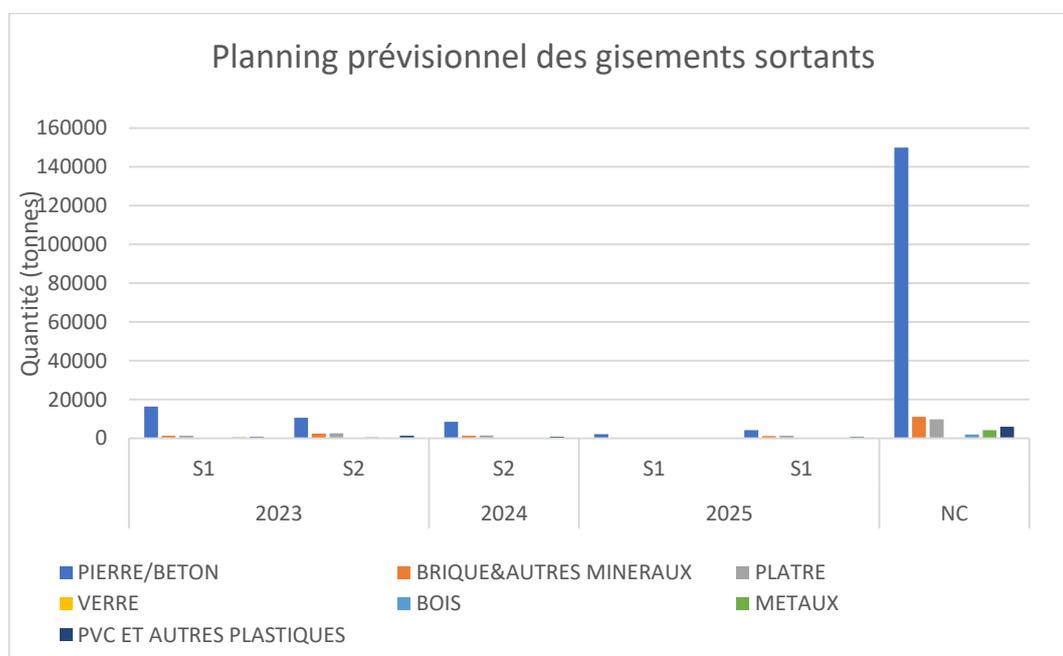


Figure 27: Evolution des gisements du gros œuvre sortants dans le temps

Ce graphique nous indique la répartition des gisements sortants sur les 4 prochaines années. On remarque très rapidement que la part principale du gisement, celle du béton, n'a pas de temporalité

encore renseignée. En effet plus de 80% des démolitions n'ont pas encore de temporalité définie. Pour identifier les possibles synergies internes il faudra avoir une vision plus large des plannings. Les synergies envisageables se traduisent par l'utilisation principalement, sous réserve d'analyses concluante, du béton en remblai ou pour granulats recyclés. Vous retrouverez par la suite un volet « hypothèses de valorisation du gros œuvre » (p. 36) prenant en compte les différents scénarios de valorisation (du gros œuvre).

## 4. VALORISATION DES GISEMENTS DE MATERIAUX IDENTIFIES

### 4.1. REEMPLOI

De manière générale, le potentiel réemploi de la Cité Jardin est estimé de manière qualitative plutôt que quantitative. En effet sur la base des audits réalisés nous avons identifiés différents éléments potentiellement réemployables. Cependant, il est difficile de quantifier certains éléments à l'échelle du quartier.

Les gisements de réemploi pour lesquels il est possible d'envisager un circuit de réemploi sont les suivants :

Occurrence	Réemploi
Récurent	Porte
	Parquets bois
	Briques pleines
	Carrelage
Variable	Sanitaire
	Evier
	Chaudière
	Lavabo (salle de bain)
	Radiateurs en fonte
	Meubles/Armoires
	Extincteurs

Tableau 11: Liste des éléments de réemploi vus lors des audits

Ainsi, à partir des résultats des audits ressources spécifiques au réemploi des composants des bâtiments, il est possible d'apprécier le degré de complexité de cette voie de valorisation et ainsi mettre les moyens pour y parvenir.

Le réemploi consiste à maintenir un usage identique des équipements. Les recherches de solution mènent donc à identifier les exutoires pour ces équipements et les modalités opérationnelles à mettre en œuvre.

Les exutoires peuvent être des projets d'aménagement inter-Maitrise d'ouvrage, des plateformes existantes ou à créer pour la remise en état des matériaux. Une fois ces matériaux reconditionnés, ils peuvent faire l'objet de réemploi ou de revente directe sous forme de plateformes de réemploi ou auprès de particuliers.

## MODALITES OPERATIONNELLES

Certaines modalités opérationnelles réalisées soit en amont de la déconstruction soit lors de la première phase de déconstruction permettent d'anticiper le plus en amont possible la dépose adaptée et conditionnement de chaque élément. En effet, ces étapes sont primordiales car elles permettent de s'assurer du réemploi possible des éléments : éviter toute casse soit lors de la dépose, soit lors du conditionnement.

Parmi les modalités opérationnelles :

### 1. Proposition d'un « lot » de pré-curage en gré à gré avec des repreneurs pour réemploi

Idéalement, ne faisant pas l'objet de l'appel d'offre et à réaliser avant lancement des travaux pendant la phase de lancement et d'attribution des lots (pour des raisons essentiellement de plannings des opérations souvent serrés, une validation pour un lot pré-curage n'est pas envisageable), visant des gisements spécifiques et par conséquent un montant de marché inférieur à 100 000 € (loi ASAP jusqu'au 31 décembre 2022, sinon 70 000 €) afin de pouvoir être contracté directement avec la Maîtrise d'ouvrage publique. Il y a alors la possibilité qu'il soit lancé uniquement sous devis de reprise par le repreneur avec chiffrage en moins-value de l'intervention si les éléments peuvent être revendus.

Attention, cela s'applique sous réserve d'habilitation des intervenants à démonter les éléments (électricité et plomberie notamment) et sous-réserve de possibilité de dépose des éléments sans contamination à l'amiante.

### 2. Proposition d'intégration de clauses prescriptives ou incitatives dans le lot de curage avant désamiantage

Sous-réserve de possibilité de dépose des éléments sans contamination à l'amiante, en précisant les objectifs de résultats, en précisant les exutoires où en donnant les informations techniques et financières pour que les répondants proposent leurs propres exutoires.

### 3. Proposition d'intégration de clauses prescriptives ou incitatives dans le lot de curage après désamiantage de la zone concernée pour recyclage

Sous-réserve de la possibilité de déposer des éléments sans contamination à l'amiante, en précisant les objectifs de résultats en précisant les exutoires où en donnant les informations techniques et financières pour que les répondants proposent leurs propres exutoires.

## 4.2.RECYCLAGE

Le recyclage concerne les éléments suivants :

Recyclage
Béton
Brique
Pierre
Plâtre
Métal
Verre
Bois B
PVC rigide
PVC souple
Isolant
Revêtement de toiture
DEEE

Tableau 12: Liste des éléments recyclables vus lors des audits

### 4.2.1. NON DANGEREUX, INERTES

L'estimation de la matière première produite à base des gisements de déconstruction s'est fait sur la base des matériaux béton, pierre et brique qui représentent plus de 80 % (en masse) du gisement.

Il est donc primordial de trouver et mettre en place des solutions de valorisations pour ces éléments qui auront un impact écologique et une empreinte carbone importante dans la balance.

#### Béton

Le béton pourrait selon ses propriétés et après caractérisation et préparation, être valorisé comme granulats pour béton. Des préconisations de déconstructions pourront être données afin d'envisager une possible obtention de granulats type 1. Attention, la possible obtention de granulats type 1 n'est réalisable que si des préconisations et indications adaptées à chaque bâtiment sont suivies par l'entreprise de déconstruction. C'est pourquoi, l'accompagnement par une AMO Economie circulaire lors des déconstructions est nécessaire afin de traiter au cas par cas chaque bâtiment et s'assurer du respect des bonnes pratiques.

Zoom sur le recyclage du béton : Le béton des bâtiments peut être recyclé sous différentes formes :

- En granulats pour béton de construction
- En granulats pour la technique routière

#### Granulats pour le béton de construction <sup>1</sup>

- **Filière vertueuse sur le plan environnemental** : La valorisation du béton en granulats recyclé pour la construction est une opération particulièrement vertueuse sur le plan écologique. Elle participe à la préservation des ressources naturelles. Les granulats naturels, et par extension le sable, sont parmi les ressources naturelles les plus consommées au monde, avec un besoin annuel de 435 millions de tonnes rien que pour la France, dont près de 120 millions de tonnes sont liées à la production de béton. Composants principaux du béton, les granulats sont traditionnellement issus de carrières, représentant ainsi 55 % des matières extraites du territoire français, dépassant largement ses capacités.
- **Filière novatrice et technique** : Bien que la valorisation du béton en granulats pour béton soit normée, elle est peu pratiquée à ce jour, car elle nécessite des compétences spécifiques. En effet, les conditions d'acceptabilité des granulats pour béton sont plus exigeantes que les conditions d'acceptabilité pour une utilisation en VRD. Par conséquent, la valorisation du béton en granulats pour béton, nécessite à ce jour un accompagnement spécifique en économie circulaire, pour identifier et pour mettre en œuvre des pratiques de curage, de déconstruction, et de préparation de la matière, qui permettent d'obtenir des granulats conformes aux exigences normatives. Cette valorisation est possible par la mise en œuvre d'une déconstruction sélective, d'un tri à la source et d'un processus de préparation des granulats adapté pour une absence totale de matériaux indésirables dans le flux.

#### Granulats pour la technique routière

Il s'agit de la filière de valorisation la plus courante, aussi appelée VRD. Selon leur qualité et leur granulométrie, les granulats, les produits à partir des bétons déconstruits, pourront être utilisés en remblai ou en couche de forme. Les granulométries standards sont de type 0/31,5 mm, 0/63 mm ou 0/80 mm et les équipements à mettre en œuvre sont plus simples et les exigences sur les matériaux moindres.

De cette façon, dans le cadre du projet, le béton concerné par le recyclage, lors de sa préparation, se composera de 2 coupures granulométriques : 0/4 mm et 4/20 mm La fraction 4/20 mm pourra être valorisée en tant que granulats de béton type 1.

---

<sup>1</sup> Type 1 au sens de la norme NF EN 206/CN

La fraction 0/4 mm pourront être valorisées en tant que sable pour la filière VRD.

### Pierre

Il est possible d'envisager une étude spécifique pour le gisement des pierres pour les caractériser et les orienter vers les filières à forte valeur ajoutée en fonction du potentiel technique et minéral du gisement.

La valorisation pourra s'articuler autour des conditions de la sortie implicite du statut de déchet.

La démarche repose sur le principe de la sortie implicite du statut de déchet autorisé par un avis publié au Journal officiel le 13 Janvier 2016 : « Le « produit » fabriqué dans une installation de production qui utilise pour tout ou partie des déchets comme matières premières, n'a pas le statut de déchet. »

Les conditions suivantes doivent néanmoins être respectées :

- Déchet utilisé en substitution de matières premières ;
- S'assurer de l'innocuité du produit ;
- Obtenir un produit même norme qu'un produit standard sans avoir recours au déchet ;
- Fabrication en installation ICPE éligible à cela.

### Brique

Après curage, les briques pleines peuvent être concassées afin d'être utilisées en tant que paillage minéral (granulométries 5/10mm, 10/30mm). Cette préparation implique d'aménager une zone de stockage des briques afin d'effectuer concassage-criblage en une seule fois pour limiter les coûts de gestion et le rapport quantité traitée/taux d'utilisation machine.



Figure 28: Paillage minéral

Les briques pleines peuvent être valorisées en VRD. Ainsi, dans le cas d'une valorisation du béton en filière VRD. Le gisement de brique pourra alors être valorisé seul en filière VRD ou en mélange avec le béton.

### Céramique

Les éléments céramiques peuvent être valorisés en VRD. Ainsi, dans le cas d'une valorisation du béton en filière VRD, les céramiques n'auront pas nécessité d'être séparés du béton. Dans le cas où le béton serait en revanche valorisé en béton de construction, les céramiques seront séparées. Le gisement céramique pourra alors être valorisé seul en filière VRD.

### HYPOTHESES DE VALORISATION DU GROS ŒUVRE

La partie suivante est une simulation de la valorisation des éléments du gros œuvre. Cette simulation présente les cas plutôt optimistes.

Concernant la valorisation du béton, le volume de béton qui pourrait être produit à base des granulats de béton type 1 du gisement a été estimé, ainsi que le volume potentiel de matériaux générés à partir des briques, pierres et céramiques en vue d'une valorisation en VRD.

Les hypothèses avancées par la suite seront réalisables sous réserve de d'analyses physico-chimiques et mécaniques des bétons concluante. C'est-à-dire que les résultats d'analyses des bétons identifiés respecteront les seuils réglementaires.

À la suite des audits réalisés, il a été identifié que le béton présent en façade et en structure porteuse est semblable à du mâchefer. Cependant, on peut espérer que le béton présent dans les planchers soit de qualité plus élevée et donc au potentiel de valorisation plus important. Il est donc supposé que le béton valorisable en granulat type 1 est le béton issu des planchers bâtiments construits après 1955 (soit principalement issus du secteur Coteau).

En isolant la part du béton dans les planchers, on réalise que la part de béton potentiellement valorisable représente 11% du gisement total de béton sur la Cité Jardin. On supposera pour la suite que 11% du gisement total béton pourra être valorisable en granulats type 1 à la suite d'une déconstruction sélective et de bonnes propriétés intrinsèques du béton.

À partir des 11% du gisement béton potentiellement valorisable en granulats type 1, il est possible d'obtenir 50% de granulats type 1 (fraction 4-20) et 50% de sable (fraction 0-4).

D'après la norme NF EN 206 décrivant les modalités d'une fabrication de béton recyclé, la substitution de 30% des granulats (naturels) par des granulats recyclés est envisageable dans la formule béton.

Le tableau ci-dessous récapitule des hypothèses prises pour l'estimation de la production des matières premières :

Hypothèse ratio VRD/remblai/écoproduit pour le béton	89%
Hypothèse ratio granulats type 1 pour béton	11%
Taux de substitution de béton en granulat type 1	30% (donc 13% de la composition globale)
Hypothèse ratio VRD pour le matériau brique pleine	100%

Tableau 13: Hypothèses de calculs pour l'estimation des ressources

## CONCLUSION TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTALE SUR LA PRODUCTION DE BETON RECYCLE

De manière plus concrète, l'estimation proposée indique que près de 22 000 tonnes de béton sont potentiellement valorisables en granulats pour la fabrication de béton recyclé. Dans telles conditions, ce granulats permettrait de fabriquer près de 83 500 tonnes (83 435 tonnes exactement) de béton recyclé qui pourraient servir à alimenter les besoins pour la construction.

Une telle quantité de béton recyclé couvrira à plus de 42 % les besoins en béton pour la construction. En effet, sur la base d'une reconstruction en ossature en béton et remplissage en brique, les besoins en béton sont estimés à 195 956 tonnes tandis que le recyclage du béton issu de Chatenay Malabry permettrait de produire 83 435 tonnes.

Si l'on s'intéresse à l'impact environnemental d'un tel scénario, on observe, sur la base des données de l'ADEME :

- L'utilisation de granulats naturels, issus des carrières, émet 4kg eq CO<sub>2</sub>/t de granulats

Alors que

- L'utilisation de granulats recyclés, issus des chantiers de déconstruction, émet 3kg eq CO<sub>2</sub>/t de granulats recyclés. Soit 25% d'émissions carbone en moins que pour du granulats naturels.

Dans le cadre du projet, l'utilisation des 22 000 tonnes de béton issu des chantiers de déconstruction permettrait de réduire de 10 665 kg d'émissions carbone à l'atmosphère. Soit une baisse de 8% comparé au scénario classique.

Pour mieux se représenter le gain environnemental que pourrait apporter le recyclage du béton, cela représente l'économie de 10 allers-retours pour un vol Paris-New-York. Ces chiffres sont basés sur un calculateur d'émissions CO<sub>2</sub>.

### 4.2.2. NON DANGEREUX, NON INERTES

Pour cette catégorie de matériaux, elle représente 6% du gisement de matériaux sortant. Les solutions de valorisation existantes sont les suivantes :

#### Revêtement de bitume

Les enrobés bitumineux non amiantés présents dans les espaces publics pourraient être valorisés selon les conditions suivantes relative à la présence d'HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) :

*HAP < 50 mg/kg* : recyclage possible à chaud ou à froid. La mise en ISDI ne doit pas être envisagée.

*50 mg/kg < HAP < 500 mg/kg* : recyclage possible à froid uniquement. La mise en ISDI ne doit pas être envisagée.

*HAP > 500 mg/kg* : traitement en ISDND ou ISDD selon les résultats.

#### Métaux, aluminium, acier, cuivre

Les métaux de déconstruction font idéalement l'objet d'une revalorisation matière en repartant dans l'industrie métallurgique pour être refondus afin de créer de nouveaux produits métalliques via des fours à arc électriques. Une séparation à la source des éléments permettra une meilleure revente.

En effet, le tri par type de métaux permettra d'obtenir une moins-value économique plus intéressante car les recycleurs fixent le prix soit par type de métal soit sur un mixte de métaux. Il est plus intéressant d'un point de vue économique de bien séparer à la source les métaux.

### Isolants

Les différents matériaux isolants (laine de verre, laine de roche, polystyrène expansé) disposent de filières de recyclage en cours de développement sur le territoire national. Ces matériaux devront être isolés indépendamment les uns des autres. Les critères d'acceptabilité seront à affiner selon les contraintes des collecteurs.

### PVC

Les revêtements de sols en PVC souple non collés avec de l'amiante devront faire l'objet d'une benne dédiée avec un objectif de recyclage. La valorisation matière de cette typologie de matière est encore expérimentale et peu développée. En effet, le recyclage se fait en Allemagne mais certains collecteurs agréés peuvent récupérer ces éléments pour ensuite les transférer au centre de valorisation. Les autres revêtements de sols souples (moquette, linoléum, caoutchouc) ne doivent pas être mélangés car ceux-ci sont valorisés différemment et font l'objet d'une autre voie de valorisation.

Le PVC rigide des menuiseries devra être, le cas échéant, collecté avec le vitrage associé, les matériaux étant séparés par le collecteur. Le PVC rigide non associé à d'autres matériaux pourra être collecté de manière spécifique, mais sans mélange avec d'autres matières plastiques rigides (PE, PP majoritairement).

### Verre

Le verre accepté par les filières peut être issu de fenêtres, de cloisons, d'éléments de façade, de garde-corps et d'éléments vitrés de portes. Afin d'éviter la pollution de la filière de verre plat, les verres suivants ne sont pas acceptés : verre de conditionnement (bouteille, pots...), vitrocéramique, pavés de verre, verre borosilicate, tubes et écran cathodiques, éléments de plaques de cuisson, verrerie de laboratoire, verrerie d'éclairage.

Dans le cas de menuiseries non amiantées avec bois, aluminium ou PVC où le vitrage est difficilement dissociable, l'entreprise de démolition devra mettre en place une collecte des éléments complets, permettant par la suite une séparation du verre des autres matériaux dans une installation dédiée. Les matériaux collectés devront se limiter à ceux liés au vitrage. Les cloisons de distribution vitrées devront autant que possible être démontées sur site afin d'orienter le verre, le plâtre et les métaux vers les bonnes filières.

La présence de déchets minéraux autres que le verre, en particulier infusibles n'est pas acceptée, un tri doit donc avoir lieu avant la mise en benne.

A titre d'exemple, Sibelco est une entreprise de recyclage du verre plat. Le verre plat brut arrive en camion sur le site de Crouy dans l'Aisne. Le verre plat collecté fait l'objet de plusieurs tris successifs pour pouvoir ensuite être recyclé et transformé en calcin. Le calcin est réincorporé dans les fours des verriers pour refaire du verre plat. Actuellement, 5% du verre plat collecté est réintroduit dans la filière du verre. Le recyclage du verre plat permet de diminuer la consommation de sable utilisé comme matière première, de diminuer la consommation énergétique du procédé industriel ; et d'améliorer ainsi le bilan carbone des produits intégrant du verre plat.

Le verre plat pourra donc être d'abord redirigé vers un collecteur agréé qui pourra ensuite réorienter vers cette plateforme de recyclage spécialisée.

### Plâtre

Les déchets de plâtre de chantier peuvent être retransformés en poudre de gypse et être réintroduit dans le process de fabrication de nouvelles plaques de plâtre.

Les sociétés Siniat et Placo® Recycling sont deux acteurs engagés pour le recyclage des déchets de plâtre.

Cependant, les carreaux de plâtre devront être exempts des matériaux suivants : rails et montant métallique, moquette, revêtement PVC ou aluminium, bois, plastiques, revêtement, tissus de verre ou à base de fibre de verre et carrelage.

### Bois

Plusieurs modes de valorisation du bois sont à l'heure actuelle envisageables :

- Le réemploi avec remise en état
- Le recyclage matière : le bois B est valorisé en fabrication de panneaux ;
- La valorisation énergétique : le bois est utilisé comme combustible en cimenterie ou en chaufferie industrielle.

Les portes, les plinthes et le parquet des appartements, auxquels s'ajoutent les portes des placards des parties communes, pourront faire l'objet d'une valorisation matière.

Pour assurer le recyclage du bois, ce dernier devra être déposé lors de la phase de curage et stocké dans une benne spécifique « Bois B », indiquant que ce bois est non traité et exempt de toutes traces de peinture au plomb.

## 5. IDENTIFICATIONS DES ACTEURS LOCAUX DE L'ECOSYSTEME ECONOMIE CIRCULAIRE

L'enjeu de cette partie aura été d'identifier, les acteurs locaux en vue de la mise en œuvre du plan d'action d'intégration d'économie circulaire aux opérations de la Cité Jardin.

Les acteurs intervenant dans le périmètre transformateur de ce projet ont été identifiés comme :

- Les déconstructeurs partenaires ;
- Les plateformes de recyclage/réemploi existantes ;
- Les laboratoires ;
- Distributeur de matériaux, produits participant à l'économie circulaire.

Néo-Eco a travaillé au recensement des acteurs économiques de collecte et de valorisation (réemploi / réutilisation / recyclage) des déchets du BTP (gros œuvre) (voir d'autres acteurs –distributeurs de matériaux, produits et équipements de construction, soumis à l'obligation de reprise des déchets issus des mêmes types de matériaux qu'ils vendent, entreprises de démolition...) du territoire.

## 5.1. DECONSTRUCTEURS

Les acteurs qui ont été repérés pour leur activité de déconstruction en région île de France, sont les suivants :

Déconstructeurs
MELCHIORRE
VEOLIA
PICHETA
OCCAMAT
AVENIR DEMOLITION
CARDEM
BOUVELOT TP
BRUCH ENV
ADC DEMOLITION
ERDT
DWP
MORIN
GAIAL
DESNEUX TP
BENEDETTI
EIFFAGE/EIFFAGE
CHASTAGNER
BARUCH
PRODEMO
FERRARI
PREMYS
IDF DEMOLITION
SOFRAT

Tableau 14: Tableau des acteurs de la déconstruction

Le choix de l'entreprise qui sera titulaire du marché de déconstruction, se fera à l'issue de la notation des critères techniques et économiques. En effet, suite à la réalisation du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE), les entreprises de déconstructions pourront répondre à ce dossier en donnant les moyens et les coûts qu'ils proposent. Les réponses transmises seront soumises à des critères de notation afin d'attribuer une note pour chaque déconstructeurs. Attention, il sera important de d'intégrer des critères de notations sur la partie économie circulaire pour qu'elle soit prise en compte par déconstructeurs.

Sur la base des retours d'expériences de Neo Eco lors des phases chantiers, on va retrouver certains acteurs qui se détachent pour leur engagement plus prononcé pour l'économie circulaire. Parmi ces acteurs, on retrouve PREMYS, BARUCH et CARDEM qui se montrent plutôt impliqués sur la partie économie circulaire. De façon plus opérationnelle, pour donner des exemples d'acteur qui participent à l'économie circulaire on trouve AVENIR DEMOLITION qui a réalisé la dépose d'un parquet en région parisienne et qui a été réemployé dans les locaux de Neo Eco. L'acteur OCCOMAT qui réalise du

réemploi des éléments issus de ses propres chantiers de déconstruction, pour les besoins de l'entreprise. Elle réalise aussi, sur l'un de ses chantiers, la séparation des bétons pour valorisation en granulats VRD.

En conclusion sur les déconstructeurs, le choix de l'acteur le plus pertinent se fera suite à la notation des critères techniques et économiques. Ainsi il sera primordial de bien prendre en compte les différents points de curage, de dépose, de conditionnement etc. pour appliquer l'économie circulaire.

## 5.2. ACTEURS DU RECYCLAGE

Recyclage Gros Œuvre :

Entreprise	Activité	Contact	Tél	Mail	Emplacement plateforme de reprise
EUROVIA	VRD, Granulats béton	Bertrand LEDUC	01 41 44 05 29	<a href="mailto:Bertrand.leduc@eurovia.com">Bertrand.leduc@eurovia.com</a>	Plateforme Genevilliers
EQIOM	Centrale béton	Camille NEUVILLE	06 87 70 41 11	<a href="mailto:camille.neuville@eqiom.com">camille.neuville@eqiom.com</a>	Plateforme Genevilliers
		Guillaume CREMOUX	06 85 83 57 18	<a href="mailto:guillaume.cremoux@eqiom.com">guillaume.cremoux@eqiom.com</a>	Plessis
CEMEX	Centrale béton	Frédéric BERNAD	06 13 29 18 07	<a href="mailto:frederic.bernad@cemex.com">frederic.bernad@cemex.com</a>	Plateforme Genevilliers
SOFRAT	Démolisseur, plateforme de concassage, terrassement, centrale béton	Richard BASTET	06 07 40 23 23	<a href="mailto:r.bastet@sofrat.net">r.bastet@sofrat.net</a>	Ivry-sur-Seine Annet-sur-Marne Pontault-Combault
CLAMENS	Plateforme de concassage	Christophe LEMOINE	06 21 46 34 62	<a href="mailto:clemoine@clamens.fr">clemoine@clamens.fr</a>	Villeparisis
Recyclage Francilien de matériaux RFM	Plateforme de concassage, négoce matériaux	Pierre Marland et Nuno	07 63 62 92 21		8 plateformes dont 1 de transit à St Denis  Bondy, Bobigny, Livry Gargan, Vitry...

Tableau 15: Tableau des acteurs de la déconstruction

Les filières de recyclage présentées dans le tableau ci-dessus sont plus précisément des préparateurs ou usines de centrales à béton. Elles concassent et intègrent donc des granulats, provenant de chantiers de déconstruction, pour la technique routière. Pour la fabrication de béton recyclé à partir de granulats de type 1.

### CEMEX :

L'activité principale de l'entreprise est la production de béton. L'entreprise a ouvert une plateforme à Gennevilliers dédiée au recyclage du béton. La centrale reçoit du béton issu des chantiers de déconstruction. Ce béton est ensuite trié, concassé pour être recyclé en blocs de béton Lego dédié à leur propre usage. Par conséquent, la quantité vendue de granulats recyclés est faible et l'activité reste au stade expérimental. En termes de qualité, les granulats produits pourraient être acceptés en granulats « type 1 » c'est-à-dire pour la fabrication de béton recyclé. Depuis l'ouverture de la centrale en octobre 2020, elle a déjà produit plus de 3000 m<sup>3</sup> de béton en intégrant les granulats recyclés. Soit plus de 400 tonnes de granulats recyclés qui ont été produits. Un chiffre qui reste modeste mais sur lequel l'entreprise travaille. En effet, CEMEX est actuellement en phase d'étude pour l'intégration de granulats recyclés dans les bétons normés.

Sur le plan environnemental, l'entreprise va plus loin dans la démarche en étant très impliquée sur le sujet de la biodiversité. Le site de Gennevilliers a pour objectif de faire revenir la nature dans les villes en développant la biodiversité sur leur site industriel. Pour atteindre ces objectifs, l'entreprise a déjà mis en place plusieurs actions telles que le développement d'un potager, un hôtel à insecte, la création de mares, la plantation de haies, micro-milieus sur le site pour accueillir différentes espèces de faunes et flores...

En conclusion, CEMEX fait partie de ces acteurs impliqués dans l'économie circulaire en essayant de développer des filières de production novatrices et plus durables mais aussi en développant un environnement de travail plus vertueux et plus responsable.

### SOFRAT :

Démolisseur de métier, SOFRAT dispose aujourd'hui de 2 plateformes de transit à Bobigny et Ivry-sur-Seine, 2 plateformes de recyclage, 1 plateforme de dépollution et 1 laboratoire. L'entreprise collecte les bétons de déconstruction issus de ses propres chantiers de déconstruction ainsi que les briques. Très intéressé pour la reprise des bétons. Cependant, ils semblent intéressés par la reprise de blocs de béton. En effet, l'entreprise projette d'installer une ligne de préparation de granulats type 1. Le sujet reste au stade expérimental dû à la complexité de vendre du béton concassé issu de plateforme fixe, car ils sont concurrencés par les granulats préparés sur site chantier moins cher.

### CLAMENS :

Situé à Villeparisis, CLAMENS est un préparateur de granulats de béton pour la technique routière. L'entreprise collecte notamment les bétons de déconstructions et les mâchefers. Les graves de béton de chantier de déconstruction sont repris gratuitement (0€/T), à la différence des autres plateformes.

Aujourd'hui, CLAMENS ne produit pas de granulats de béton type 1, ils font essentiellement des granulats de béton pour la technique routière.

Cependant, ils sont ouverts pour accueillir des bétons issus de chantier (tri sélectif Economie circulaire) de démolition et garantir un espace spécifique sur leur site (bien séparé des autres gisements), et faire des campagnes de granulats type 1. Ils sont prêts aussi à faire du concassage de granulats type 1, sur site, avec leur unité mobile.

## Recyclage Second-Œuvre :

Collecte	Tri/préparation	Recyclage	Activités	Localisation
SOS BENNES			Collecteur	Bièvres
	LUXO BENNES		Collecte et plateforme de regroupement tous types de déchets	Ivry sur Seine
	LEJEUNE PERE & FILS		Collecte et plateforme de regroupement déchets	Ivry sur Seine
	ADS IDF		Collecte et plateforme de regroupement tous types de déchets	Viry-Châtillon
	ARES		Démantèlement des menuiseries	Seine Saint Denis
	ECO BTP		Plateforme de regroupement	Vigneux sur Seine
	TAÏS		Plateforme de regroupement bois, métaux, plastique	Villeneuve-le-Roi
	SEPUR		Plateforme de regroupement	Thiverval-Grignon
	EPUR (PRAXY)		Collecte et recyclage	Stains
	GDE RECYCLAGE		Centre de recyclage et plateforme de regroupement	Bonneuil sur Marne
	SODEXTRA		Plateforme de regroupement et recyclage	Saclay
		ARMABESSAIRE	Recyclage des métaux	Pontault-Combault
		ISOVER	Usine de recyclage de la laine de verre	Orange
		VEKA	Recyclage du PVC rigide	Vendeuvre-sur-Barse
		SIBELCO	Recyclage du verre	Villeparisis
		PVC NEXT	Recyclage du PVC souple	Cologne
		ROCKWOOL	Recyclage de la laine de roche	Région parisienne
		DERBIGUM	Recyclage des revêtements bitumineux	Belgique
	LUSOFER		Collecte et recyclage métaux	Vitry-sur-Seine
	RECYVERRE		Collecte et recyclage	Crouy
	CASHMETAL		Collecte et recyclage des métaux	Ivry-sur-Seine
	PAPREC		Collecte et recyclage	Athis-Mons

Collecte	Tri/préparation	Recyclage	Activités	Localisation
YPREMA			Collecte et recyclage des déchets inertes	Massy
DERICHEBOURG REGIVAL			Collecte et recyclage métaux	Ivry sur Seine
PLACO RECYCLING			Collecte et recyclage du plâtre	Vaujours
SINIAT			Collecte et recyclage du plâtre	Ile de France
VEOLIA			Collecte et recyclage du polystyrène	Ile de France
VALOPTeam			Collecte et recyclage du polystyrène	Reims
KNAUFF & GCC			Collecte et recyclage du polystyrène	Pays Bas

Tableau 16: Tableau des acteurs du recyclage

Zoom sur le polystyrène expansé :

Tous les logements de la Cité Jardin sont recouverts d'une couche de 4cm de polystyrène expansé. Le volume de polystyrène qui sera généré lors des travaux est conséquent. C'est pour ces raisons qu'il est important de traiter ce flux et le valoriser si possible. Aujourd'hui, certaines entreprises recyclent le polystyrène. En effet lorsqu'il est propre et sec, le polystyrène expansé est valorisable à 100% et recyclable à l'infini.

Le recyclage des déchets de polystyrène expansé peut s'effectuer de deux façons, répondant à différents usages :

- Broyé : il peut ainsi être utilisé de nouveau en production de polystyrène expansé ou d'autres produits tels que le béton allégé, des drains agricoles ou encore du rembourrage de siège
- Fondu, extrudé et cisailé en granules, puis mélangé à d'autres polymères pour réaliser des produits en plastique rigide (boîtiers de CD, cintres, pots de fleurs ...).

Le recyclage des déchets de polystyrène expansé repose sur un partenariat à trois niveaux entre :

- Une entreprise
- Un collecteur
- Un fabricant

En premier lieu, l'entreprise et le fabricant doivent s'entendre sur les modes opératoires liés au tri des déchets sur le chantier via une charte de bon fonctionnement. En parallèle, l'entreprise et le collecteur partenaire signent un contrat de collecte.

Dans la pratique, le fabricant met à disposition de l'entreprise des sacs réservés aux déchets de polystyrène expansé. Une fois remplis, le collecteur partenaire vient récupérer les sacs pour les stocker dans un lieu spécifique.

La seule contrainte de la démarche réside dans le fait qu'il est absolument capital de s'assurer que les déchets de polystyrène expansé soient propres, sans odeur, non souillés et non pollués par d'autres matériaux, afin de pouvoir les valoriser à 100%.

Knauff & GCC :

Knauf Ile-de-France Ouest et GCC Construction ont signé un accord (le 23 juillet 2021) de partenariat pour la gestion des déchets d'isolants en PSE issus de la dépose de l'ancienne isolation thermique par l'extérieur, avant la réhabilitation du bâtiment.

Cet accord prévoit la séparation des déchets sur le chantier, la collecte, le tri, le compactage et le transport avant leur prétraitement dans l'usine de démonstration de PolyStyreneLoop aux Pays-Bas.

Ce partenariat débute avec un chantier pilote : la réhabilitation de plus de 550 pavillons individuels, réalisée pour le maître d'ouvrage ICF La Sablière, dans le quartier de la cité Cheminote située sur les communes de Chelles et Brou-sur-Chantereine (77).

Cette activité est encore au stade expérimental à l'heure actuelle mais il restera intéressant de suivre l'évolution du projet dans l'optique d'appliquer le processus à la Cité Jardin.

L'intérêt que présente cet acteur est qu'il traite les déchets de PSE issus des chantiers de déconstructions. Le processus développé prend donc en compte l'état souvent détérioré du matériau. À l'inverse, VEOLIA et VALOPTTEAM traitent les plutôt les chutes de PSE ou les déchets de PSE propre.

### 5.3. ACTEURS DU REEMPLOI

	Structure	Matériaux	Activités	Localisation
Plateformes physiques	ALPHAMETAL RECYCLAGE	Radiateur	Rénovation radiateur en fonte, garde-corps fenêtre, sanitaire	Ozoir-la-Férrière
	FABRIQUE EDMOND	Bois	Fabrication artisanale de mobilier	Ivry-sur-Seine
	EXTRAMUROS L'ASSOCIATION	Bois	Menuiserie sociale, solidaire et écologique.	Paris
	SEVE MOBILIER	Bois et métaux	Fabrication artisanale de mobilier	Pommiers
	LA RESSOURCERIE DU SPECTACLE	Divers	Centre de réemploi acteurs de l'économie sociale et solidaire	Vitry-sur-Seine
	LA MINE	Divers	Association dédiée au réemploi	Arcueil
	APPROCHE INSERTION	Divers	Chantier d'insertion et ressourcerie	Orly
	LA PAGAILLE	Divers	Recyclerie associative	Ivry-sur-Seine
	PARQUET HULOT	Bois	Pose et rénovation de parquet	Pontault-Combault
	BEAUMARIE FERRONNERIE	Métaux	Reprise de garde-corps ancien	Jouars Pontchartrain
	GENERAL METAL REEDITION	Métaux	Récupération de garde-corps (ancien), main courante, charpente métallique, escalier etc.	Gonesse
	INITIATIVES SOLIDAIRES	Bois, métal	Réemploi de déchets (bois, métal...) Pour faire mobilier ...	Aubervilliers
	ARES	Divers	Curage ; logistique et transformation en vue du réemploi / recyclage	14 établissements en IDF
	DEPUIS 1920	Bois	Conception/fabrication de charpente, menuiserie, agencement et mobiliers durables.	Aubervilliers
	TRICYCLE	Divers	Plateforme de réemploi d'équipement et matériaux du BTP	Gennevilliers
	REAVIE	Divers	Plateforme physique de réemploi	Paris & Antony
	MOBIUS	Divers	Plateforme en ligne de réemploi	Aubervilliers
	CONSTRUIRE SOLIDAIRE	Divers	Développement de construction biosourcés	Romainville
APPROCHE INSERTION	Divers	Ressourcerie	Orly	

Plateformes virtuelles	BACKACIA	Divers	Plateforme en ligne et physique de réemploi	Ivry-sur-Seine
	CYCLE UP	Divers	Plateforme en ligne et physique de réemploi	Saint-Ouen
	READYMADER	Divers	Plateforme en ligne de réemploi	En ligne
	LE BON COIN	Divers	Plateforme en ligne de réemploi	En ligne
	IMATERIO	Divers	Plateforme en ligne de réemploi	En ligne
	UPCYCLEA	Divers	Plateforme en ligne de réemploi	En ligne
	MATABASE	Divers	Plateforme en ligne de réemploi	En ligne

Tableau 17: Tableau des acteurs du réemploi

### Quelques précisions sur les acteurs du réemploi :

La Fabrique Edmond: Récupération de parquet, de portes pleines, de panneaux, de meubles, d'escalier bois, de poutres et autres éléments de charpentes. Entreprise artisanale de création de mobilier écoresponsable fabriqué à partir de bois récupéré. Production de pièces uniques, de tables, tables basses, étagères ou autres meubles de rangement.

Extramuros L'association: Récupération de parquet massif, panneaux, de bois massif. Extramuros est une menuiserie solidaire, écologique et sociale. Le cœur d'activité est le réemploi de matériaux, et notamment du bois. Des déchets nous faisons des ressources, pour fabriquer des équipements collectifs divers : mobilier urbain, jardinières, cabanes, meubles modulables. Leurs réalisations sont faites dans le cadre d'ateliers et de chantiers éducatifs, destinés à des publics éloignés de l'emploi et de la formation. Ils interviennent également dans différents quartiers par des ateliers participatifs et collaboratifs pour la fabrication d'équipements collectifs et partagés.

SEVE Mobilier: Récupération principalement de bois massif (meuble, charpente, chutes industrielles, parquet). Récupération de métaux : pied de meuble, charpente métallique, et autres éléments avec des sections carrées principalement.

Approche Insertion: Assure l'accueil, l'embauche et la mise au travail de personnes sans emploi rencontrant des difficultés sociales et professionnelles. 4 activités principales :

- La collecte de déchets en préservant leur état, afin de pouvoir envisager une valorisation par le réemploi sinon par le recyclage.
- La valorisation par le tri, le contrôle, le nettoyage, la réparation des objets, le démontage, la dépollution des objets non réutilisables afin de les recycler dans les filières adéquates.
- La vente : vente directe sans distinction des publics et à faible prix, partenariats avec des organismes sociaux pour équiper des bénéficiaires à prix modiques.
- La sensibilisation à l'environnement, auprès des usagers des services de collecte, des clients des lieux de vente, des jeunes générations, mais aussi auprès de tous les habitants concernés, en tant que citoyen et consommateurs, par les problèmes d'environnement et de gestion des déchets.

Beaumarié Ferronnerie : Récupère les gardes corps anciens (fin 19ème début 20ème).

Ares : Ares est avant tout une structure d'insertion. Ils réalisent le curage d'éléments BTP non structurels. Ares travaille au développement d'une plateforme de réemploi. La plateforme R4 : projet en Seine-Seine-Saint-Denis pour réinsérer, réemployer, réutiliser et recycler les déchets du BTP. Ares travaille avec la démarche de VINCI dans le cadre de la plateforme R4 :

- Prestation de dépose sur chantier
- Transport vers leur entrepôt
- Activités de transformation multi-sites :
  - Démantèlement de verre
  - Développement d'une gamme de matériaux éco-conçus à partir des déchets de bois d'ameublement (DEA) fournis par Valdelia.

Ares travaille aussi avec Cycle up, pour le nettoyage, palettisation logistique.

Ares ne se charge pas de la recherche de repreneurs d'élément de réemploi et de la revente. L'activité d'Ares est la prestation de curage, transport, transformation, pour répondre à un besoin recyclage/réemploi.

Depuis 1920 : Dispose d'un espace extérieur de 3500m<sup>2</sup> qui leur permet de stocker/traiter les gisements de matériaux de réemploi. Réalisation de chantiers innovants, du développement de prototypes.

Tricycle : La société Tricycle Environnement est spécialisée dans les activités de curage, et de réemploi de nombreux éléments. L'entreprise se décompose aujourd'hui sous différentes entités :

- Tricycle Curage pour le curage de sites avec dépose soignée.
- Tricycle Environnement pour la collecte et le recyclage de déchets professionnels.
- Tricycle Office pour le réemploi de mobilier.
- Renov Office pour la rénovation et réparation de mobilier.
- Baticycle pour la vente de matériaux de construction d'occasion.
- Gepeto, un atelier qui permet la réalisation de mobilier upcyclé.

RéaVie : Reprise des matériaux uniquement si prestation de curage intégrée.

Mobius : Cette société basée à Paris, dispose d'un entrepôt physique à Aubervilliers qui lui permet de conditionner, stocker, transporter et fournir des matériaux de réemploi. Son activité principale, à l'heure actuelle, est la production de dalles de faux planchers techniques. Cependant, l'entreprise s'ouvre à de nouveaux produits issus de la déconstruction.

Construction Solidaire : L'entreprise réalise des constructions à partir de matériaux biosourcés, principalement de la paille, terre crue, bois.

Backacia : Entreprise spécialisée dans le réemploi. De la même manière, l'entreprise dispose d'une plateforme physique à Ivry sur Seine et une plateforme virtuelle qui permet de mettre en relation les acteurs du BTP souhaitant donner, vendre ou acheter du matériel en vue de leur réemploi.

CycleUp : L'entreprise basée à Issy-les-Moulineaux, est spécialisée dans le réemploi des matériaux de construction. L'entreprise a développé une plateforme virtuelle de réemploi. Cette plateforme permet

de mettre en relation les acteurs du BTP souhaitant donner, vendre ou acheter du matériel en vue de leur réemploi.

*Imaterio* : Le Syndicat National des Entreprises de Démolition (SNED) a développé la plateforme virtuelle Imaterio.fr. Cette plateforme est une bourse en ligne des matériaux et de déchets de chantier. Des matériaux principalement inertes et propices au réemploi.

*Upcyclea* : La société basée à Paris et qui possède une plateforme virtuelle qui permet de recenser et caractériser les ressources et les acteurs sur le territoire. Cette plateforme est à destination des professionnels et concerne les matériaux du gros et second œuvre. Cette plateforme permet donc de mettre en vente ou à disposition des gisements entre professionnels et de cette façon transformer le déchet en ressource.

## 5.4. LABORATOIRES

Les laboratoires présentés dans le tableau ci-dessous réalisent des analyses physico-chimiques, géotechniques et mécaniques les matériaux. Les essais réalisés par ces laboratoires permettent notamment d'identifier les propriétés des matériaux pour ainsi, après interprétation, conclure quant à la qualité/dangerosité des matériaux.

Laboratoire	Analyses
GINGER CEBTP	Analyses physico-chimiques, géotechniques et mécanique
CEREMA	Analyses physico-chimiques, géotechniques et mécanique
GEOS	Analyses physico-chimiques, géotechniques et mécanique
SGS	Analyses chimiques

Tableau 18: Tableau des laboratoires d'analyses

## 5.5. DISTRIBUTEUR PARTICIPANT A L'ECONOMIE CIRCULAIRE

### Saint-Gobain :

Saint Gobain est une entreprise qui conçoit, produit et distribue des matériaux dans les domaines de la construction, la mobilité, la santé et l'industrie. Face aux impératifs écologiques, la société s'est engagée à atteindre l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050. Pour y arriver, souhaite concevoir des matériaux à moindre coût carbone. Une de ses marques pour laquelle l'entreprise à impulsée la démarche est Saint-Gobain Glass. Ce dernier produit des vitrages. Aujourd'hui, c'est plus de 95% des menuiseries qui sont déposés en centre d'enfouissement et donc moins de 5% qui sont recyclés.

Afin de réduire l'impact carbone lié à la production de ses vitrages, l'entreprise a développé un processus afin de récupérer les vitrages en fin de vie, les recycler pour les redistribuer sur le marché. Pour y parvenir, Saint-Gobain :

- Proposent, dans le cas de la déconstruction, un service de collecte sur chantiers. Le transport du point de collecte à l'entité de retraitement est effectué par les partenaires collecteurs.
- Un maillage de collecteurs locaux :
  - Chez des collecteurs professionnels
  - Dans les sites Glassolutions
  - Dans les agences Point.P
- Ou
  - Point de collecte SUR MESURE : chantier ou atelier
- Un traitement qui passe par la ségrégation du verre. Ce traitement est fait par un intermédiaire qualifié par Saint-Gobain Glass France. Il permet de séparer les différents matériaux constituant la fenêtre pour les orienter ensuite vers les filières de valorisation (Aluminium, PVC, Bois revalorisés ou recyclés dans les filières existantes).
- Dans son usine située en Isère, le traitement du verre permet d'obtenir du calcin, une des matières premières pour la production du verre. Ce calcin, d'une qualité approuvée est donc réintroduit dans le procédé industriel. Le processus permet de produire de nouvelles fenêtres aux mêmes caractéristiques mais avec un faible impact carbone.
- Les menuiseries sont alors mises en vente via le réseau de distribution de l'entreprise.

Chaque tonne de calcin recyclée réduit aussi les émissions directes. En effet, 1 tonne de calcin recyclé ce sont 300kg de CO<sub>2</sub> en moins dans notre atmosphère – c'est une réduction de CO<sub>2</sub> équivalente à plus de 2500 km en voiture.

À l'heure actuelle, l'entreprise a du mal faire fonctionner ce processus pour une raison principale. Cette raison est la collecte des menuiseries qui n'est pas systématique. En effet l'entreprise a du mal à être approvisionné en quantité, en qualité et de façon constante par ses collecteurs.

## 5.6. INVENTAIRE DES FORMATIONS INITIALES

Le tableau présenté ci-dessous recense plusieurs formations initiales qui seront organisées en format virtuel ou physique. Ces formations porteront sur les futures normes constructives à savoir la RE2020 introduite précédemment mais aussi sur des sujets plus larges comme la rénovation énergétique ou le diagnostic PEMD. ATTENTION, pour certaines d'entre-elles, les dates d'inscriptions arrivent bientôt à terme.

### Sujet : RE2020

Qui ?	QUALITEL
Pour qui ?	Architectes, bureaux d'études et économistes de la construction Maîtres d'ouvrage publics et privés (dont promoteurs) Entreprises de construction, industriels, exploitants
Objectifs ?	> Connaître les enjeux et le contexte de la mise en place de la RE2020 > Découvrir dans les grandes lignes les indicateurs, seuils et nouvelles exigences de la RE2020 applicables à date aux projets de construction > Bénéficier des retours des expérimentations menées et en cours
Comment ?	Formule à la carte : 24 modules disponibles E-learning
Quand ?	
Source	<a href="https://www.qualitel.org/professionnels/uploads/Catalogue_RE2020.pdf">https://www.qualitel.org/professionnels/uploads/Catalogue_RE2020.pdf</a> <a href="https://www.qualitel.org/professionnels/formation/preparation-re2020-formations/">https://www.qualitel.org/professionnels/formation/preparation-re2020-formations/</a>

Qui ?	CSTB
Pour qui ?	Bureau d'études et d'ingénierie Cabinets d'architecte
Objectifs ?	>Maîtriser le cadre réglementaire de la nouvelle réglementation environnementale >Connaître les étapes d'un calcul règlementaire >Être en capacité de réaliser un calcul RE2020 : énergie, carbone, confort d'été >Savoir réaliser une ACV >Savoir analyser et interpréter les résultats d'une étude ACV >Connaître les indicateurs & l'importance des données d'entrée (FDES, PEP, configureurs, ...) >Savoir où trouver les bonnes informations
Comment ?	Formation présentielle
Quand ?	Du : 18/01/2022 au : 19/01/2022 // Du : 15/03/2022 au : 16/03/2022 Du : 10/05/2022 au : 11/05/2022 // Du : 07/06/2022 au : 08/06/2022 Du : 11/10/2022 au : 12/10/2022 // Du : 17/11/2022 au : 18/11/2022 Du : 22/11/2022 au : 23/11/2022 // Du : 06/12/2022 au : 07/12/2022
Source	<a href="https://formations.cstb.fr/formations/?etp=293">https://formations.cstb.fr/formations/?etp=293</a>

Qui ?	LE MONITEUR
Pour qui ?	Bureau d'études et d'ingénierie Cabinets d'architecte
Objectifs ?	>Appliquer la réglementation thermique en construction neuve >Analyser les exigences du label E+C- préfigurant la RE 2020 >Identifier les aides gouvernementales à l'éco-construction >Choisir le bon label pour valoriser votre bâtiment neuf >Identifier les innovations technologiques en matière d'enveloppe, chauffage, ECS, rafraîchissement, ventilation et éclairage
Comment ?	Formation présentielle ou virtuelle
Quand ?	13-14/12/2021 // 26-27/01/2022 // 13-14/04/2022 // 08-09/06/2022
Source	<a href="https://evenements.infopro-digital.com/lemoniteur/formation-de-la-rt-2012-a-la-reglementation-environnementale-2020-p-2074#/">https://evenements.infopro-digital.com/lemoniteur/formation-de-la-rt-2012-a-la-reglementation-environnementale-2020-p-2074#/</a>

Qui ?	CEREMA
Pour qui ?	Ingénieurs, architectes MOA, AMO
Objectifs ?	>Comprendre les changements exigés par la conduite d'une opération à faible impact carbone >Connaître les points d'attention à chaque phase du projet : depuis le programme jusqu'à la réception et l'exploitation. >Illustrer les changements apportés par l'ACV par des exemples d'opérations réelles. >Intégrer les exigences RE 2020 et bas carbone dans les marchés publics.
Comment ?	Formation présentielle
Quand ?	À convenir avec l'organisme
Source	<a href="https://www.cerema.fr/fr/activites/services/offre-formation-re-2020">https://www.cerema.fr/fr/activites/services/offre-formation-re-2020</a>

Qui ?	MOOC Bâtiment Durable
Pour qui ?	MOA / Architectes / Enseignants et formateurs, Tout public
Objectifs ?	>Situer le contexte et les enjeux de la RE2020, >Comprendre la nouvelle réglementation selon les 3 axes : énergie, carbone et confort d'été, >Connaître les différents rôles à chaque phase du projet, >Réaliser des choix en tant que MOA, >Trouver les bonnes informations.
Comment ?	MOOC en ligne
Quand ?	Début le : 30/11/2021 Se termine le : 11/01/2022 Inscriptions : Du 02/11/2021 au 30/12/2021
Source	<a href="https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:CSTB+2021MOOCBAT05+SESSION02/about">https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:CSTB+2021MOOCBAT05+SESSION02/about</a>

**Sujet : Diagnostic PEMD**

Qui ?	AGYRE - NEO ECO
Pour qui ?	Diagnostiqueur/MOA
Objectifs ?	En cours de montage
Comment ?	Formation présentielle
Quand ?	
Source	

**Sujet : Amiante**

Qui ?	MOOC Bâtiment Durable
Pour qui ?	Maîtrise d'ouvrage Architectes et maîtrises d'œuvre
Objectifs ?	>Comprendre ce qu'est l'amiante et les risques associés >Comprendre la réglementation et les obligations liées à l'amiante >Comprendre le déroulé d'une opération en SS3
Comment ?	MOOC en ligne
Quand ?	Débute le : 16/11/2021 Se termine le : 21/12/2021 Inscriptions : Du 19/10/2021 au 16/12/2021
Source	<a href="https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:CSTB+SESSION01+2021/about">https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:CSTB+SESSION01+2021/about</a>

**Sujet : Rénovation énergétique**

Qui ?	MOOC Bâtiment Durable
Pour qui ?	Maîtrise d'ouvrage Maîtrises d'œuvre
Objectifs ?	>Découvrir le secteur du logement social francilien, ses stratégies en matière de rénovation énergétique, et comment accéder à ce marché >Comprendre comment travailler en groupement avec d'autres entreprises de la phase consultation à la phase réalisation >Acquérir les clefs de la réhabilitation performante.
Comment ?	MOOC en ligne
Quand ?	Débute le : 29/10/2019 Se termine le : 31/12/2019 Inscriptions : Du 09/07/2019 au 23/12/2019
Source	<a href="https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:CAPEBGrandParis+2018MOOCBAT01+SESSION03/about">https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:CAPEBGrandParis+2018MOOCBAT01+SESSION03/about</a>

## Sujet : Adaptation des bâtiments au changement climatique

Qui ?	MOOC Bâtiment Durable
Pour qui ?	Tout public
Objectifs ?	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;Consolider les connaissances sur le sujet du changement climatique (cadre scientifique et réglementaire, causes, état des lieux, conséquences) et décrypter les impacts directs et indirects du changement climatique sur le bâtiment et sur le secteur de l'immobilier</li> <li>&gt;Fournir des éléments méthodologiques pour l'évaluation de la vulnérabilité d'un bâtiment et la sensibilisation des différentes parties prenantes</li> <li>&gt;Identifier et prioriser les options d'actions adaptatives, mettre à disposition des sources d'information et présenter un panorama des principaux acteurs mobilisés</li> <li>&gt;Connaître les acteurs de l'adaptation au changement climatique et les outils et sources d'inspiration à la disposition des tous</li> <li>&gt;Adopter une vision de l'adaptation au changement climatique intégrée dans une réflexion sur les risques plus globale</li> </ul>
Comment ?	MOOC en ligne
Quand ?	Début le : 09/11/2021 Se termine le : 09/01/2022 Inscriptions : Du 23/09/2021 au 30/11/2021
Source	<a href="https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:OIDWILD+2021+SESSION01/about">https://www.mooc-batiment-durable.fr/courses/course-v1:OIDWILD+2021+SESSION01/about</a>

## 6. ETUDE ECONOMIQUE

À partir des acteurs présents dans la région, une étude économique a été menée afin d'étudier les scénarios de valorisation possibles pour les matériaux présents en quantité considérable ou à fort potentiel de valorisation identifiés lors des audits de terrain.

Afin de comparer les différents scénarios d'un point de vue économique, ce document apporte les estimations financières pour chacun des scénarios envisagés. Ce document présente l'aspect économique des opérations de valorisation des matériaux, mais aussi les conditions d'acceptabilités des filières et/ou le retour d'expérience de Neo-Eco sur l'exutoire. Il constitue un élément d'aide à la décision.

### 6.1.METHODOLOGIE

L'étude économique se base sur plusieurs hypothèses qui sont à prendre en compte pour les calculs et l'interprétation des résultats, et notamment :

- Les estimations ont été réalisées à partir des tarifs du marché, des retours d'expériences de Neo-Eco
- Les coûts de main d'œuvre additionnels pour la gestion des déchets n'ont pas été pris en compte ;
- Les coûts de stockage sur site pour les scénarios de valorisation in situ ne sont pas pris en compte car il n'est pas possible aujourd'hui de savoir combien cela coûterait ;
- Les quantités affichées sont tirées des quantitatifs estimés lors de la phase 1.

### 6.2.SCENARIOS DE VALORISATION

Pour rappel, la phase de diagnostic quantitatif nous permet d'estimer, sur l'opération de la Cité Jardin, les quantités suivantes :

	COTEAU	PLATEAU	VALLÉE BELVEDÈRE	Total
Béton/Pierre	74095	84076	58703	216873
Plâtre	1594	6119	6994	14708
Verre	68	273	332	674
Brique & autres minéraux	3288	5766	19145	28199
Bois	424	1089	1353	2866
Métaux	1890	1809	2429	6128
PVC et autres plastiques	1495	3359	4624	9478
<b>TOTAL</b>	<b>82854</b>	<b>102491</b>	<b>78553</b>	<b>263898</b>

Afin d'étudier le plus objectivement possible les filières, plusieurs scénarios sont présentés. Voici les différents scénarios envisagés par principaux éléments de valorisation :

#### BILAN ECONOMIQUE DE VALORISATION DU BETON DE MACHEFER

Le béton de mâchefer est l'élément principal sur la Cité Jardin. En effet, estimé à 216 873 tonnes, il représente plus de 80% du gisement. Pour la gestion de ce matériau, plusieurs options sont présentées.

N° Réf	Scénarios
1	Evacuation en centre d'enfouissement
2	Réemploi du béton
3	Recyclage en granulat pour technique routière (VRD)
4	Eco-produits

- Le scénario d'évacuation en centre d'enfouissement est à considérer.
  - Dans le cas où le matériau serait considéré, à la suite d'analyses, comme matériau non inerte, l'évacuation en enfouissement est estimée à 31 663 458,00 € ;
  - À l'inverse, si le matériau est considéré, à la suite d'analyses, comme matériau inerte, l'évacuation en enfouissement est estimée à 5 421 825,00 € ;
- Sous réserve d'analyses mécaniques et environnementales positives vis-à-vis des seuils normatifs, le béton pourrait être découpé et déposé en vue d'un réemploi sur site pour de l'aménagement urbain. Le matériau pourrait être découpé de sorte à réaliser toute sorte d'aménagement urbain (pavé, banc, bordure...). Par retour d'expérience, cette opération reste aujourd'hui à l'échelle expérimentale et très coûteuse. Pour donner une estimation du réemploi de béton en pavé réalisé sur un autre chantier en région parisienne, l'opération a coûté 350€ de découpe et de préparation par m<sup>2</sup>.
- Pour le recyclage du béton de mâchefer en granulat pour technique routière, si les analyses le permettent, le coût est estimé à 3 036 222,00 € ;
- Le dernier scénario propose le développement d'un éco-produit. Sous réserve d'analyses sur les caractéristiques de ce matériau, le béton de mâchefer peut être transformé en sable afin de venir substituer le sable naturel dans la formulation d'un matériau. Ce scénario est difficile à estimer car il implique le développement d'une filière.

Contenu de la quantité considérable de béton de mâchefer présent sur la Cité Jardin, il est possible d'envisager de combiner les différents scénarios. En effet, en fonction de la temporalité, il pourrait être envisagé d'évacuer dans un premier temps et sous réserve d'analyses concluantes, le mâchefer pour de la technique routière ou du remblaiement. Cela permettrait de pouvoir travailler pendant ce temps sur le développement d'un éco-produit.

### **BILAN ECONOMIQUE DE VALORISATION DE LA BRIQUE (HORS BRIQUE PLATRIERE)**

Les éléments en brique ont été identifiés ponctuellement en façade ou en sous-sol. Etant donné la présence de brique pleine et de brique plâtrière sur la Cité Jardin, nous considérerons pour la suite 50% de briques pleines dans la catégorie Brique et autres minéraux. Sois une estimation de 14100 t de briques pleines.

Scénarios envisagés :

N° Réf	Scénarios
1	Evacuation en centre d'enfouissement
2	Réemploi des briques pleines
3	Recyclage en granulat pour technique routière (VRD)
4	Paillage minéral

- Le scénario d'enfouissement du brique est estimé à 352 487,50 € ;
- Le scénario d'un réemploi des briques pleines est envisageable que dans le cas où le liant utilisé serait un mortier à la chaux. L'estimation du réemploi des briques est difficile étant donné les nombreux paramètres qui impact leur valorisation (préparation sur site ou hors site,

revente, réemploi...). À l'heure actuelle, les projets de réemploi de brique restent encore expérimentaux pour des quantités comme celle de la cité jardin. Dans le cadre de la Cité jardin l'option de réemploi des briques restent une opération judicieuse et qu'il conviendra de préciser selon le projet architectural. L'estimation qui peut être fournie est celle par Opalis qui selon, son étude réalisée sur le réemploi de brique, indique que le coût d'achat de brique sur le marché du réemploi peut varier (selon les modèles et les dimensions) entre 0,3€ et 0,6€ par brique.

- Pour le recyclage de la brique pleine en granulat pour technique routière, le coût est estimé à 197 393,00 € ;
- Concernant la réalisation de paillage minéral à partir de la brique pleine, l'opération est estimée à 70 497,50 €. Cette estimation comprend uniquement le coût de préparation mais pas de transport.

### BILAN ECONOMIQUE DE VALORISATION DE LA BOIS

Les éléments en bois ont été identifiés principalement au niveau des portes palières et intérieur ainsi qu'au niveau du sol avec un parquet bois.

Les scénarios envisagés pour la valorisation du bois sont les suivants :

N° Réf	Scénarios
1	Evacuation en centre d'enfouissement
2	Réemploi du parquet + Recyclage
3	Recyclage en panneaux de particules

- Le scénario d'enfouissement du bois est estimé à 418 436,00 € ;
- Dans le cas d'un réemploi du parquet et du recyclage du bois restant en panneaux de particules, l'opération est estimée à 319 180,00 € (153 900€ de réemploi de parquet et 165 280€ de recyclage du bois restant) ;
  - Attention, les coûts considérés dans le cas du réemploi du parquet sont la dépose soignée du parquet ainsi que le coût de reprise. Le coût de dépose n'est pas considéré dans l'opération de recyclage du bois, d'où un scénario légèrement plus coûteux.
- Pour une valorisation des éléments en bois en filière de recyclage (panneau de particules) le coût de l'opération d'évacuation vers de telles filières est estimé à 229 280,00 €.

### BILAN ECONOMIQUE DE VALORISATION DE LA MENUISERIES

Les menuiseries sont réparties en deux catégories. On retrouve des menuiseries en aluminium et des menuiseries en PVC. La répartition est estimée à 70% en PVC et 30% en aluminium.

Scénarios envisagés :

N° Réf	Scénarios
1	Evacuation en centre d'enfouissement
2	Recyclage du verre, PVC et aluminium

- Le scénario classique de mise en centre de stockage des menuiseries serait chiffré à 175 200,00 € ;

- Dans le cas d'une dépose soignée des menuiseries, l'opération de tri et d'évacuation vers des filières de valorisation est estimée à 19 800,00 €.

## BILAN ECONOMIQUE DE VALORISATION DE LA METAUX

Les métaux identifiés au niveau des gardes corps, mains-courantes, revêtement porte palière et le métal présent dans la structure sont estimés à 6 128 tonnes.

Scénarios envisagés :

N° Réf	Scénarios
1	Evacuation en centre d'enfouissement
2	Recyclage métaux

- L'opération de mise en centre de stockage s'élève à 894 688,00 € ;
- Tandis que le recyclage de ces éléments permettrait d'apporter une moins-value à l'opération avec un gain qui serait estimé à -306 400,00 €.

## 7. CONCLUSION

Cette première partie d'étude de la Cité Jardin de la Butte Rouge aura permis dans d'avoir un aperçu global des enjeux et gains potentiels liés à la mise en œuvre d'une démarche d'économie sur les opérations de la Cité Jardin.

Pour rappel, la phase 1 a permis d'estimer les gisements de déchets de déconstructions et réhabilitation qui seront générés et les besoins pour la construction, et ce en passant par 3 étapes :

- L'étape A « Définition du périmètre » : qui a consisté à recueillir des données sur les opérations de déconstructions, réhabilitations et constructions auprès de la maîtrise d'ouvrage ;
- L'étape B « Etude qualitative et quantitative des matériaux » : qui a consisté à transmettre les données récoltées à CitéSource afin d'obtenir un premier estimatif macro des gisements générés (flux sortants) par les opérations de déconstruction et de réhabilitation et les besoins futurs (flux entrants) pour les constructions et réhabilitations.  
A ensuite eu lieu des audits sur quelques bâtiments représentatifs du périmètre afin d'affiner les estimations réalisées par CitéSource.
- L'étape C « étude économique » : qui a consisté à élaborer une étude économique comparative pour les flux de déchets présentant des scénarios alternatifs aux scénarios classiques de référence. L'objectif a été de montrer les coûts générés par l'intégration d'économie circulaire, mais également les gains économiques globaux pouvant être générés.

Au total ce sont 216 opérations qui ont été incluses dans le périmètre de la Cité Jardin. Ces opérations vont générer près de 264 000 tonnes de matériaux, déchets selon le planning de travaux initialement prévu. Parmi cette quantité de matériaux, les principaux points de vigilances concernent le béton de mâchefer où l'on estime qu'il représente environ 50% de ce gisement et le polystyrène expansé en revêtement ITE de tous les logements. Ces deux éléments sont présents en quantité ou en volume sont à l'heure actuelle plus difficile à valoriser que d'autres matériaux. Ces points de vigilances seront

détaillés dans la partie II de cette étude. Cette seconde partie est une feuille de route qui vise à appliquer une démarche économie circulaire sur les déchets qui seront générés à partir du constat quantitatif, des acteurs identifiés et de l'étude économique réalisée. Cette feuille de route permettra d'apporter une vision macro sur les différentes parties prenantes et les synergies à mettre en place pour appliquer l'économie circulaire. En parallèle, la feuille de route permettra de proposer pour chaque matériau concerné par les futures opérations de rénovation, les potentielles solutions de valorisations et les modalités opératoires pour permettre leur valorisation.