

Titre : **La ville se réemploie** : Accompagnement du réemploi dans la transition du métabolisme urbain

Etudiant : DE BEYS Audric

Co-promoteurs : VAN MOESEKE Geoffroy
THIELEMANS Benoit

Experte : MEYER Sandrine

Date de présentation : BOS Morgane

Résumé :

“ **La ville se réemploie** ” aborde l’importance croissante de la conscience environnementale et les défis urbains contemporains. En considérant la ville comme un palimpseste, ce mémoire met en lumière le potentiel de réutilisation des matériaux urbains, particulièrement à Bruxelles. Il décrit le réemploi comme une solution clé pour la transition vers un modèle circulaire, explorant les initiatives en place et les obstacles majeurs, tels que les enjeux spatiaux et logistiques. La première partie examine la ville comme une réserve de matériaux et souligne l’importance du métabolisme urbain. La seconde partie développe l’idée d’une utopie réalisable, proposant des interventions concrètes à Bruxelles, notamment via un réseau de hubs logistiques et de points de collecte.

Mots clefs :

Matériau de récupération, Transport, Economie circulaire, Ressourcerie, Développement durable, Transition écologique

Déclaration de déontologie à intégrer au travail de mémoire

Considérant que le plagiat est une faute inacceptable sur les plans juridique, éthique et intellectuel ;

Reconnaissant que le Règlement Général des Etudes et Examens de l'UCLouvain précise la notion de plagiat et décrit les procédures et sanctions liées à sa pratique : <https://uclouvain.be/fr/etudier/reglement-general-des-etudes-et-des-examens.html> ;

Notant que les étudiant-e-s sont sensibilisé-e-s aux questions d'intégrité intellectuelle durant leur parcours académique et que le site web de l'UCLouvain met à disposition des ressources spécifiques sur le sujet : <https://uclouvain.be/fr/etudier/lutter-contre-le-plagiat.html> ;

Je déclare sur l'honneur que ce travail de fin d'étude a été écrit et dessiné de ma plume, sans avoir sollicité d'aide extérieure illicite, qu'il n'est pas la reprise d'un travail présenté dans une autre institution pour évaluation, et qu'il n'a jamais été publié, en tout ou en partie. Toutes les informations (dessins, maquettes, idées, phrases, graphes, tableaux, ...) empruntées ou faisant référence à des sources primaires ou secondaires sont référencées adéquatement selon la méthode universitaire en vigueur.

Notant qu'un travail universitaire est le fait d'une production personnelle, réflexive et critique, je déclare en outre avoir fait l'usage suivant des outils d'intelligence artificielle de type agent conversationnel et/ou de production graphique :

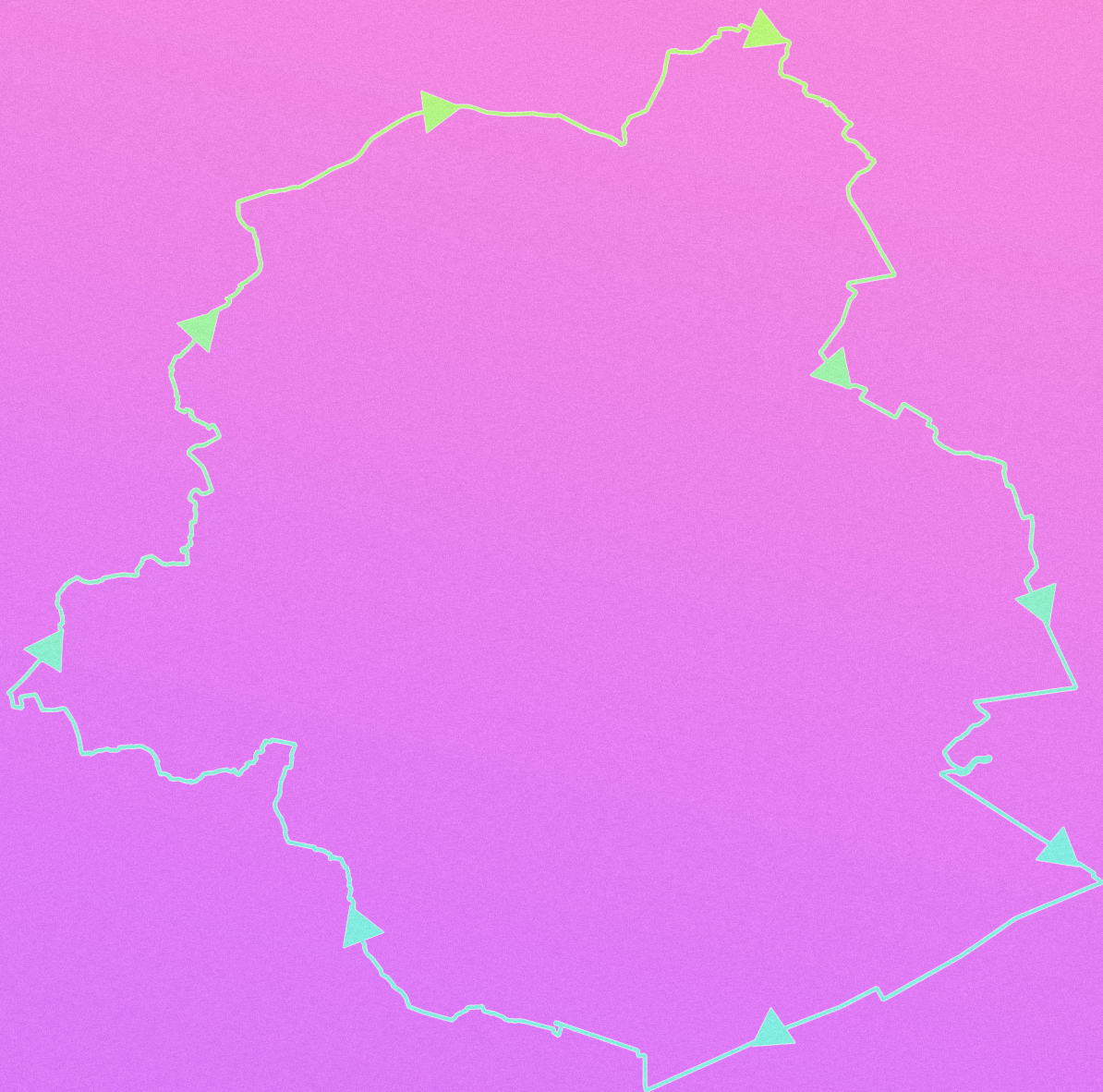
| | Oui | Non |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Je n'ai pas utilisé l'IA | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| J'ai utilisé l'IA pour produire/retravailler des images, auquel cas une mention explicite est indiquée en légende desdites images ; | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| J'ai utilisé l'IA pour retravailler/traduire mon texte, auquel cas une mention explicite est indiquée en préambule ; | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| J'ai utilisé l'IA pour récolter/compiler des données, auquel cas une mention explicite des requêtes formulées et des réponses reçues de l'IA est indiquée dans la section présentant la méthode de recherche ; | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| J'ai utilisé l'IA pour synthétiser/analyser de l'information, auquel cas la réponse produite par l'IA est utilisée comme source secondaire faisant l'objet d'une analyse critique personnelle explicite, impliquant que je reconnais comme miens les éléments présentés dans le travail et prends toute responsabilité à leur égard. | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Fait à ROSIÈRES
Le 3 JUIN 2024
Signature de l'étudiant-e



LA VILLE SE RÉEMPLOIE

ACCOMPAGNEMENT DU RÉEMPLOI DANS LA TRANSITION DU MÉTABOLISME URBAIN



LA VILLE SE RÉEMPLOIE

Accompagnement du réemploi dans la transition du métabolisme urbain

Travail de fin d'étude de
Audric De Beys

Co-promoteurs
Geoffrey Van Moeseke
Benoit Thielemans
Sandrine Meyer
Experte
Morgane Bos

Université catholique de Louvain
Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (Site de Bruxelles)

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude envers Morgane Bos, mon experte, pour son soutien, ses conseils et son engagement dans ce mémoire. Sans son aide, ce travail n'aurait jamais atteint ce qu'il représente aujourd'hui.

Je souhaite également remercier Arta Bytyqi pour ses explications et ses conseils concernant le concept de métabolisme urbain.

J'exprime toute ma reconnaissance envers le corps enseignant, composé de Geoffrey Van Moeseke, Benoit Thielemans et Sandrine Meyer, pour leur aide et leur appui tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Enfin, je remercie particulièrement ma famille et mon entourage pour leur soutien infailible durant toutes ces années d'études.

TABLES DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION | 11 |
| 1. PRISE DE CONSCIENCE | 12 |
| 2. LA VILLE COMME PALIMPSESTE | 16 |
| 3. STRUCTURE DU MÉMOIRE | 19 |
| PARTIE I. VERS UN MODÈLE CIRCULAIRE | 21 |
| 1. LA VILLE COMME RÉSERVE DE MATÉRIAUX | 22 |
| 1.1 Métabolisme urbain | 22 |
| 1.1.1 Description et caractéristiques | 22 |
| 1.1.2 En région Bruxelloise | 24 |
| 1.2 Gisements de matériaux | 27 |
| 1.2.1 Description et caractéristiques | 27 |
| 1.2.2 En région Bruxelloise | 28 |
| 2. LE RÉEMPLOI : CATALYSEUR MAJEUR DANS LA TRANSITION DU MÉTABOLISME URBAIN | 33 |
| 2.1 Principe du réemploi | 33 |
| 2.1.1 Description et caractéristiques | 33 |
| 2.1.2 Processus du réemploi | 35 |
| 2.2 États des lieux à Bruxelles | 36 |
| 2.2.1 Matériaux issus des professionnels | 36 |
| 2.2.2 Matériaux issus des particuliers | 40 |
| 2.3 Principaux freins et enjeux du réemploi | 42 |
| 2.3.1 Enjeu spatial | 44 |
| 2.3.2 Enjeu logistique | 45 |
| 3. CONCLUSION | 46 |

PARTIE II. LA VILLE SE RÉEMPLOIE

| | |
|--|------------|
| 1. UNE UTOPIE RÉALISABLE | 49 |
| 1.1 QUESTION DE RECHERCHE | 50 |
| 1.2 AMBITION DE L'UTOPIE | 50 |
| 1.3 MÉTHODE | 52 |
| 1.3.1 Échelles d'interventions et démarche | 52 |
| 1.3.2 Boîtes à outils | 54 |
| 2. BRUXELLES SE RÉEMPLOIE | 56 |
| 2.1 LOGISTIQUE | 56 |
| 2.1.1 Schéma logistique | 56 |
| 2.1.2 Spécialisation des hubs et synergies | 58 |
| 2.1.3 Modes de transports | 60 |
| 2.2 SPATIAL | 62 |
| 2.2.1 Critères de localisation | 62 |
| 2.2.2 Scénario d'implantation | 68 |
| 3. CAS D'ÉTUDE : « PARC OUEST ; MOLENBEEK » | 75 |
| 3.1 MOLENBEEK | 75 |
| 3.1.1 Histoire | 75 |
| 3.1.2 Situation actuelle | 77 |
| 3.1.3 Parc Ouest | 78 |
| 3.1.4 Enjeux territoriaux | 82 |
| 3.2 FIGURE DE PROJET | 88 |
| 3.2.1 Description du projet | 88 |
| 3.2.2 Objectifs du projet | 91 |
| 3.3 PARC OUAIS'T | 92 |
| 4. CONCLUSION | 104 |
| BIBLIOGRAPHIE | 107 |
| ANNEXES | 113 |



“Eye” Minji Moon, 2022

1. PRISE DE CONSCIENCE

Les préoccupations environnementales ont atteint un niveau de centralité sans précédent dans les dialogues sociétaux contemporains. Non seulement elles sont devenues un sujet de discussion incontournable dans les médias et les cercles politiques, mais elles ont également pris une place importante dans de nombreux aspects de la vie quotidienne. Cette omniprésence reflète une prise de conscience croissante des défis environnementaux auxquels nous sommes confrontés en tant que société.

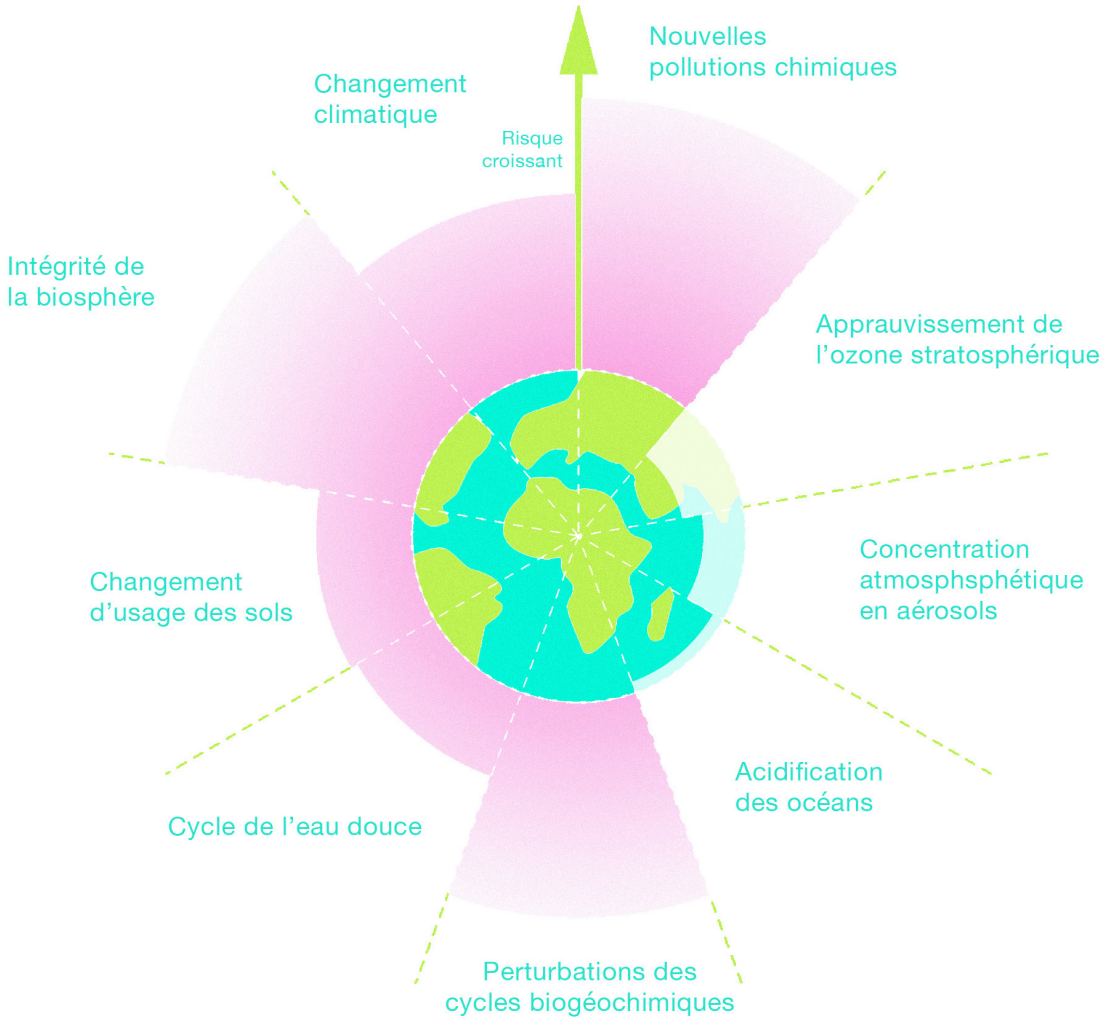
L'explosion démographique mondiale est concomitante à une préoccupation croissante concernant la consommation des ressources naturelles. Les projections démographiques actuelles, en constante augmentation, soulignent cette réalité préoccupante : notre consommation dépasse largement les capacités de régénération de la planète. Les chiffres sont éloquentes, mettant en lumière le déséquilibre entre nos besoins et les ressources disponibles. En effet, les estimations révèlent qu'il faudrait l'équivalent de **1,6 planète Terre** pour subvenir aux demandes actuelles de l'humanité [Global Footprint Network, 2020].

Cette consommation excessive des ressources, souvent accompagnée de pratiques non durables, a des répercussions dévastatrices sur l'environnement. La surexploitation des ressources naturelles entraîne des dommages irréversibles pour les écosystèmes fragiles de notre planète, mettant en péril la biodiversité et l'équilibre écologique global. Cette réalité est d'autant plus préoccupante que depuis 2022, **six des neuf limites planétaires** établies par Rockström et al., et reprises dans le modèle économique proposé par K. Raworth à travers la théorie du donut, **ont été franchies**, mettant en évidence les impacts nocifs de l'anthropocentrisme sur notre environnement [Commissariat général au développement durable (CGDD), 2023].

En raison de la croissance démographique exponentielle et d'une crise du logement sans précédent, les villes se voient contraintes de construire de plus en plus. Le phénomène d'étalement urbain engendre une construction massive et rapide, souvent au détriment de l'environnement. Les pratiques de démolition et de construction peu respectueuses de l'environnement se multiplient, alimentées par une demande pressante de nouveaux logements.

Face à ces constats et à la prise de conscience des enjeux environnementaux, il devient impératif de repenser fondamentalement nos approches du développement urbain. Il est urgent d'adopter des stratégies plus durables et respectueuses de l'environnement, capables de répondre aux défis complexes posés par la croissance urbaine rapide et la pression continue sur les ressources naturelles. Ce besoin urgent d'orientation vers des pratiques urbaines plus responsables et durables représente un impératif moral et écologique pour les générations actuelles et futures.





2. LA VILLE COMME PALIMPSESTE

Au fil des siècles, les villes ont subi d'importants changements, résultant en **l'accumulation d'histoires**, de mémoires et de cultures. Ces transformations ont été influencées par les guerres, les idées, les traditions et les politiques, façonnant ainsi le paysage urbain au gré des époques. Les évolutions successives ont inscrit de nouvelles couches sur les anciennes, formant **un palimpseste** urbain où chaque couche représente une période de l'histoire et une facette de l'identité de la ville.

L'analogie de la ville comme palimpseste illustre la manière dont les différentes périodes historiques et culturelles se superposent et se juxtaposent dans le tissu urbain. Tel un parchemin où les écrits antérieurs sont effacés pour accueillir de nouveaux textes, la ville voit ses éléments architecturaux, sa spatialité et ses temporalités s'entremêler, créant ainsi une richesse de diversité et de complexité.

Cette vision souligne le développement intrinsèque de **la ville sur elle-même**. Chaque aspect de la ville moderne, où chaque élément, qu'il s'agisse des rues animées, des imposants bâtiments historiques ou des traditions enracinées, témoigne d'une évolution perpétuelle. Les nouvelles constructions et les rénovations ne font que s'intégrer aux strates préexistantes, contribuant ainsi à un processus de développement urbain continu, où l'urbanisation se nourrit essentiellement de son propre tissu.

Cette évolution urbaine se matérialise notamment par d'importantes quantités de matériaux, résultant de la construction, de la démolition et de la rénovation incessantes qui caractérise l'histoire urbaine. Ces matériaux, qu'il s'agisse de pierre, de bois, de métal ou d'autres ressources, sont intégrés au tissu urbain, témoignant des époques révolues et des évolutions architecturales. Bien que ces matériaux soient souvent considérés comme des déchets au terme de leur première utilisation, ils représentent en réalité une précieuse réserve de ressources, prêtes à être réemployées et valorisées.

Cette richesse cachée des villes, semblable à un gisement urbain, révèle un potentiel inexploité. À l'instar d'une mine urbaine, les villes regorgent de matériaux et de ressources prêts à être récoltés et réutilisés. Cette perspective nous pousse à repenser fondamentalement la façon dont nous percevons nos environnements urbains, les considérant non seulement comme des lieux de vie, mais aussi comme des **réservoirs de matériaux**. En adoptant une approche de "mine urbaine", nous pouvons explorer des méthodes innovantes de récupération et de réemploi, transformant ainsi nos villes en des hubs de durabilité et de régénération, où chaque élément démantelé devient une opportunité de récolte et chaque déchet une ressource précieuse.

3. STRUCTURE DU MÉMOIRE

Le sujet de ce mémoire est né de nombreuses réflexions, alimentées par les observations quotidiennes que nous faisons en nous promenant dans nos villes. Il est fréquent d’apercevoir ses meubles et objets abandonnés, tandis que des matériaux neufs sont parfois négligemment jetés dans des conteneurs de chantier. Cette réalité soulève inévitablement la question : que deviennent ces matériaux une fois délaissés ?

Le réemploi consiste à réutiliser des objets, meubles ou matériaux déjà utilisés afin de leur offrir une seconde vie, un nouvel usage, contribuant ainsi à réduire les déchets et l’empreinte environnementale. Cette pratique favorise la préservation des ressources naturelles, la réduction des émissions de gaz à effet de serre en limitant la production de nouveaux matériaux et encourage une économie circulaire plus durable. Cette approche vertueuse joue un rôle crucial dans la transition du métabolisme urbain, en remettant en cause nos pratiques de gestion des ressources et de cycle urbain.

Ce mémoire ne se contente pas simplement de faire les éloges du réemploi, car à l’heure actuelle, ses avantages sont largement reconnus et acceptés. Mais il ambitionne plutôt d’explorer les freins, les enjeux et les stratégies à mettre en place afin de pérenniser ce secteur et de quelle manière l’architecture peut jouer un rôle dans ce cycle vertueux.

Structuré en deux parties, ce travail débute par une phase de contextualisation et de diagnostic approfondis.

En effet, **la première partie intitulée “Vers un modèle circulaire”** entreprend un état des lieux de la situation du réemploi en général dans notre société, et plus spécifiquement à Bruxelles, explorant des thématiques telles que le métabolisme urbain, les gisements de matériaux et les pratiques existantes, avant de les synthétiser et de les mettre en relation. Un état de la littérature permet également de mettre en évidence les dernières avancées scientifiques sur le sujet.

La seconde partie du mémoire intitulée “La ville se réemploie” s’engage dans la conception d’une utopie réalisable. Elle s’attelle, au travers d’un cas d’étude spécifique en région bruxelloise, à proposer des solutions concrètes et innovantes afin d’accompagner ce dernier dans la transition du métabolisme urbain et donc de surmonter les obstacles et les principaux enjeux identifiés dans la première partie.

1. LA VILLE COMME RÉSERVE DE MATÉRIAUX

1.1 MÉTABOLISME URBAIN

1.1.1 DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES

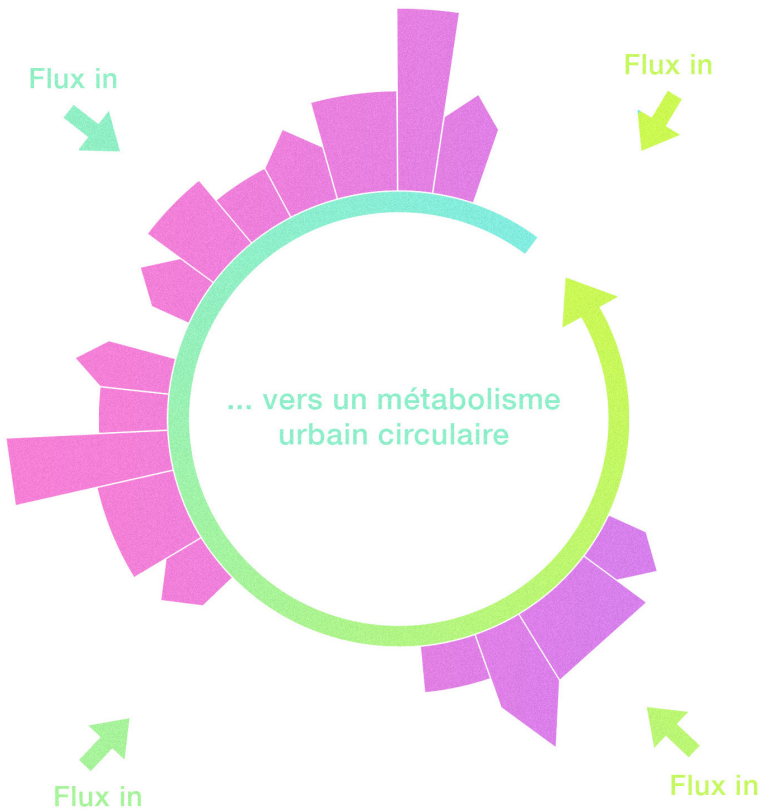
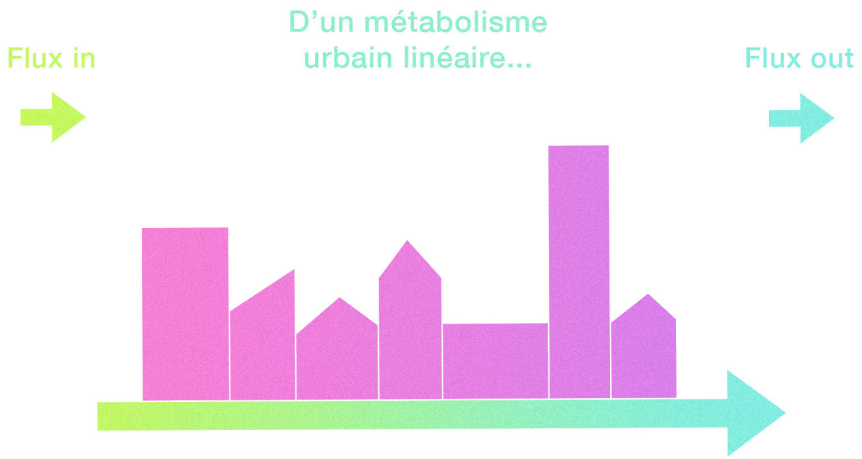
« Le métabolisme urbain constitue en un ensemble de transformations et de flux de matière et d'énergie intervenant dans le cycle de vie d'une zone urbaine. La ville est alors représentée comme un écosystème qui gère ses entrants et ses sortants par la régulation, ainsi qu'une 'unité métabolique complexe avec un ensemble d'entrées (matières premières, produits semi-finis, produits alimentaires, etc.), de transformations (de ces matières, produits semi-finis, etc.) et de sorties (produits manufacturés, déchets gazeux, liquides et solides, etc.)' Cet écosystème, composé de sous-systèmes, concentre un nœud de transferts de flux de matière et d'énergie qu'il utilise et transforme pour satisfaire ses besoins, maintenir sa stabilité ou étendre son influence. Ces flux sont dégradés sous forme de déchets, de nuisances et d'énergie dissipée »

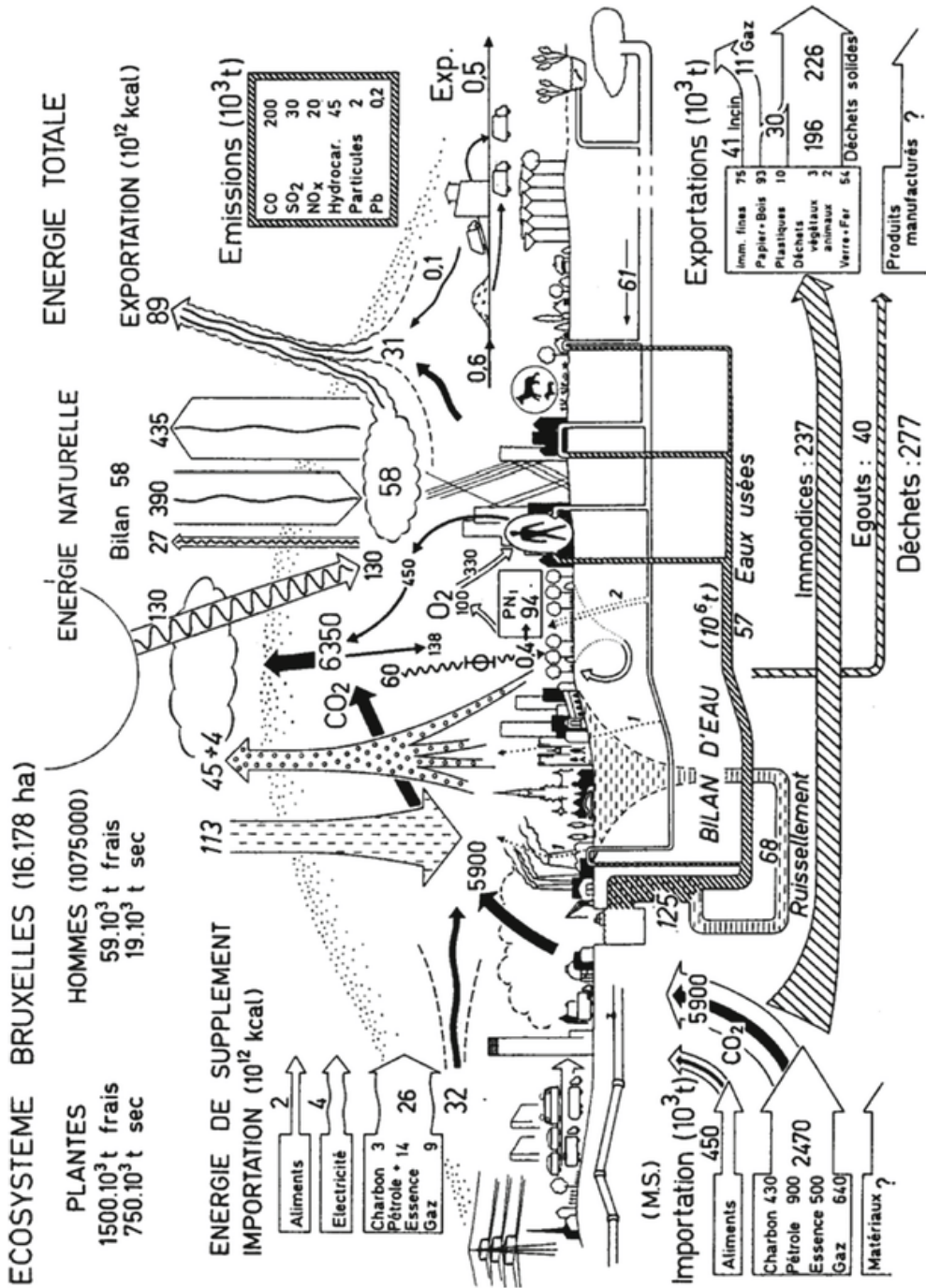
(Bochet et Cunha, 2003)

Le terme “*Métabolisme Urbain*” émerge en 1965 grâce aux travaux de l'ingénieur américain Abel Wolman, présentés dans le magazine “Scientific American”. Ce concept explore les similitudes entre le fonctionnement des villes et celui des organismes vivants, soulignant une interconnexion surprenante entre les deux systèmes.

Contrairement aux organismes vivants qui se basent sur des modèles de métabolisme cyclique, comme les plantes avec leur processus de photosynthèse ou les êtres humains avec leurs cycles de sommeil, **la vie urbaine suit un modèle plus linéaire**. Les villes dépendent des zones rurales pour approvisionner en continu les besoins quotidiens de leurs habitants. Cependant face à la prise de conscience des enjeux environnementaux, le métabolisme urbain passe progressivement de ce modèle traditionnel vers **un modèle circulaire** considérant la ville comme une entité à part entière, capable de subvenir à la grande majorité de ses besoins de manière autonome [E. Gobbo, 2021].

Les études sur le métabolisme urbain s'attardent à analyser les flux de matières et d'énergie au sein d'une ville, afin d'en comprendre son fonctionnement. Ces analyses portent sur divers aspects, tels que la quantité de ressources consommées, stockées et rejetées par la ville, ainsi que les répercussions environnementales de ces dernières. Ces données visent à comprendre les flux entrants et sortants d'un territoire et permettent de cibler les stratégies les plus pertinentes à mettre en place afin d'assurer une gestion des ressources urbaines plus durable et efficace [S. Barles, 2008].





« L'écosystème Bruxelles » Paul Duvigneaud, 1977

1.1.2 EN RÉGION BRUXELLOISE

C'est en 1977 que le concept de “métabolisme urbain” est pour la première fois appliqué à la région bruxelloise, entrevue par le botaniste belge Paul Duvigneaud. Ce dernier compare la ville à **un écosystème urbain** et réalise avec son équipe l'une des premières études sur le métabolisme de Bruxelles. Cependant, il convient d'utiliser ces données avec précaution, les valeurs ayant évolué au cours des 50 dernières années [E. Gobbo, 2021].

Des études plus récentes nous permettent désormais de mieux comprendre l'écosystème bruxellois. C'est ainsi qu'en 2015, EcoRes, l'ICEDD et BATir ont mené des recherches permettant de mieux comprendre les flux de matières et d'énergie absorbés par notre capitale. Cette étude a mis en lumière les impacts environnementaux du secteur de la construction, révélant qu'il est responsable d'un tiers des déchets produits et d'un tiers des matériaux utilisés, soit environ **630 000 tonnes de déchets et 886 000 tonnes de matériaux entrants** [Ecores; ICEDD; BATir, 2015].

En analysant le métabolisme urbain de la région bruxelloise, il apparaît que celle-ci ne fait pas exception par rapport aux autres villes : une dépendance vis-à-vis du milieu rural se manifeste, avec seulement deux tiers des flux entrants de matières qui quittent la ville chaque année, entraînant ainsi une accumulation de ces ressources. Dans une perspective de résilience, la ville pourrait limiter cette accumulation en mettant en œuvre des stratégies d'économie circulaire, et exploiter davantage le stock bâti en tant que gisements de matériaux.



1.2 GISEMENTS DE MATÉRIAUX

1.2.1 DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES

Comme souligné précédemment, la ville peut être comparée à une mine, où les gisements de matériaux se libèrent lors du développement et de la transformation urbaine. Le bâti représente la grande majorité de la réserve de ressources et le secteur de la construction joue un rôle prépondérant dans l'exploitation de ce stock.

Cependant, quantifier et qualifier avec précision les gisements urbains demeure une tâche complexe. Les villes présentent plusieurs caractéristiques qui rendent les études et l'exploitation de ces gisements difficiles. D'une part, leur nature hétérogène, due à la diversité des matériaux accumulés, leur dynamisme en constante évolution, rendent leur transition variable et imprévisible. D'autre part, leur densité élevée pose des défis à l'application des méthodes d'extraction, sont autant de facteurs à considérer. Une autre difficulté réside dans la prédiction des gisements futurs et dans l'évaluation de l'état et de la viabilité des matériaux disponibles pour une réutilisation éventuelle. [E. Gobbo, 2021].

Il existe deux approches stratégiques pour quantifier les gisements potentiels de matériaux :

L'approche rétrospective

Contrairement à l'approche prospective, cette approche consiste à étudier les changements qui ont eu lieu dans le passé. Dans le contexte des gisements urbains de matériaux, cela implique d'examiner l'évolution des stocks de bâtiments et des matériaux utilisés dans la construction au fil du temps. On peut analyser des données historiques pour comprendre comment ces stocks ont varié, quels matériaux ont été les plus utilisés à différentes époques, et comment les pratiques de construction ont évolué. Cette analyse permet de comprendre les facteurs de rupture ayant influencé les changements passés et de fournir une base solide pour des projections futures.

L'approche prospective

S'appuyant sur les résultats de l'approche rétrospective, cette seconde stratégie se concentre sur les changements futurs. Dans le contexte des gisements urbains, cela signifie examiner les tendances actuelles et projeter comment elles pourraient évoluer à l'avenir. Par exemple, on peut étudier les prévisions de croissance urbaine, les tendances en matière de construction durable ou les avancées technologiques susceptibles d'influencer la composition des matériaux de construction. Cette méthode permet de formuler des scénarios sur l'évolution des facteurs identifiés et de mieux préparer les stratégies d'implantation des hubs de réemploi pour qu'ils répondent aux défis futurs.

1.2.2 EN RÉGION BRUXELLOISE

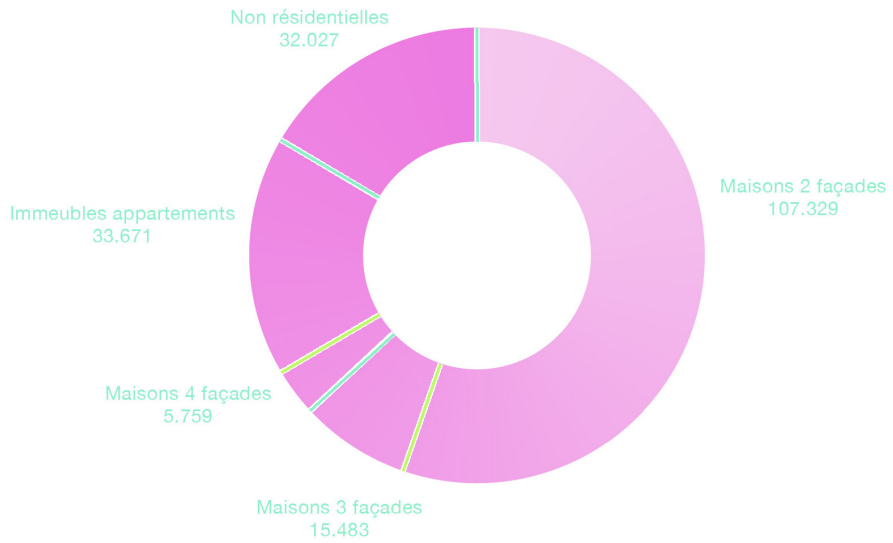
En 2017, une étude menée par Bruxelles Environnement, qui s'appuie sur les travaux antérieurs d'EcoRes en les actualisant, offre une vision approfondie des gisements de matériaux dans la région bruxelloise. Pour pallier le manque de données, cette étude a adopté une approche **“bottom up”** en se concentrant sur le bâti bruxellois. Elle a examiné en détail trois principales typologies de bâtiments caractéristiques de Bruxelles, évaluant leurs flux de matériaux générés annuellement et les rapportant à l'échelle régionale. [Bruxelles Environnement, 2017].

Basé sur ces études, le projet **BBSM** (Bâti Bruxellois, Source de nouveaux Matériaux), financé par le programme FEDER, a rassemblé un consortium de chercheurs issus de divers domaines pour explorer les filières de valorisation des matériaux de construction. Ce projet a analysé les aspects techniques et juridiques liés au réemploi et au recyclage, cherchant à intégrer ces pratiques dans le processus de conception architecturale [BBSM, 2021].

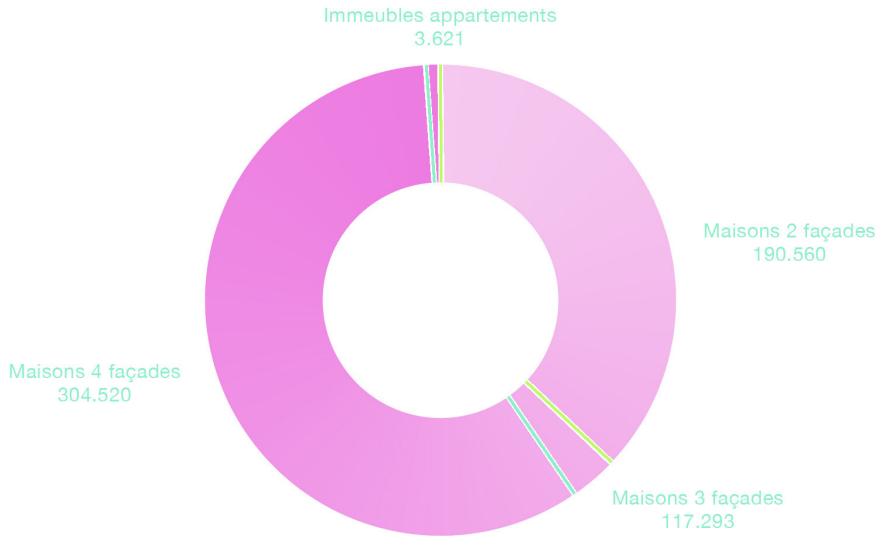
Une étude prospective, élaborée et menée par *Buildwise*, s'est attachée à projeter la nature et le type de déchets à l'horizon 2050, nous permettant ainsi d'entrevoir les tendances à long terme en matière de gestion des déchets [BBSM, 2021].

Les analyses approfondies réalisées dans le cadre de ces études ont permis d'extraire une pléthore d'indicateurs clés, méticuleusement catégorisés selon les différents éléments constitutifs ou les types de matériaux. Ces données représentent une véritable mine d'informations, offrant ainsi une base détaillée pour appréhender la dynamique de circulation des matériaux de construction au sein de la région Bruxelloise.

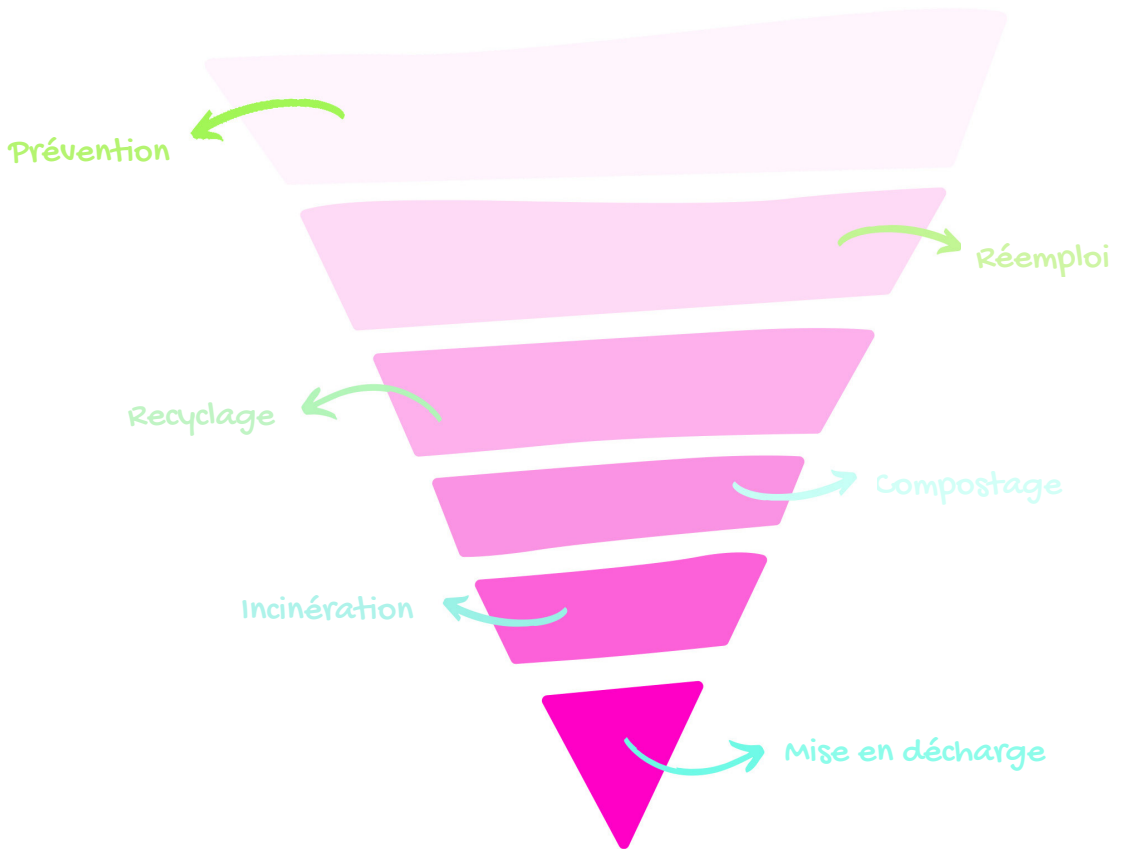
Actuellement, le constat révèle que **seulement 1% de ces matériaux sont réemployés** [FRCBE, 2023], soulignant ainsi un potentiel considérable d'amélioration dans le domaine du réemploi des éléments de construction. Le projet FRCBE (Facilitating the Circulation of Reclaimed Building Elements in Northwestern Europe) vise à augmenter ce taux de réemploi de 50% d'ici à 2032, ce projet ambitieux se fixe pour objectif de stimuler significativement la réutilisation des matériaux.



Nombre de bâtiments par type de construction
(données : Statbel)



Nombre de logements par type de construction
(données : Statbel)



2. LE RÉEMPLOI : CATALYSEUR MAJEUR DANS LA TRANSITION DU MÉTABOLISME URBAIN

2.1 PRINCIPE DU RÉEMPLOI

2.1.1 DESCRIPTION ET CARACTÉRISTIQUES

Le réemploi peut être défini comme :

« 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. »
(Légifrance, 2020, Art. L541-1-1)

Le réemploi consiste donc vulgairement en la revalorisation des déchets en vue de leur réutilisation. Cette pratique s'inscrit dans une vision plus large de gestion des déchets, illustrée par l'échelle de Lansink. Cette échelle offre une perspective structurée sur la manière dont nous traitons les déchets, en les classant selon leur impact environnemental. Le réemploi occupe une **position privilégiée** au sein de cette hiérarchie, se positionnant juste après la prévention, qui vise à réduire la génération de déchets en maintenant les ressources existantes., et devant le recyclage, le compostage, l'incinération et la mise en décharge. [Bruxelles Environnement, 2022].

De plus, il convient de mentionner les notions **d'upcycling et de downcycling**. La première approche consiste à donner une nouvelle vie et une plus grande valeur aux matériaux en les transformant en produits de qualité supérieure ou en les intégrant dans des processus de production de manière plus efficiente. En revanche, le downcycling implique la transformation des matériaux en produits de moindre qualité ou de valeur réduite, souvent avec une perte de propriétés intrinsèques. Par conséquent, le réemploi peut être perçu comme un élément essentiel de l'approche de l'upcycling, qui se concentre sur la valorisation des matériaux en leur offrant une nouvelle vie et une valeur accrue grâce à des processus innovants et durables de réutilisation.

2.1.2 PROCESSUS DU RÉEMPLOI

Tout d’abord, ce qui distingue le processus de réemploi d’un processus traditionnel, c’est sa source. Souvent amorcé par la déconstruction d’un chantier, ce processus nécessite une gestion efficace et rapide de divers flux [Cycle up, 2023].

Avant même d’entamer la phase de démontage, une étape cruciale consiste à réaliser un diagnostic détaillé du bâtiment concerné. Cette étape complexe comprend plusieurs volets d’analyse, allant de l’évaluation des aspects fonciers à l’inspection approfondie de la nature et de la structure de la typologie du bâtiment. De plus, une étude attentive des substances potentiellement dangereuses est menée, et enfin, un **inventaire des matériaux présents sur le site**, afin de déterminer leur potentiel de réutilisation.

Une fois ce préambule achevé, la phase de **démontage** peut débuter, dépendant des résultats issus des analyses préliminaires. Cette phase exige une précision minutieuse et une efficacité d’exécution particulière afin de préserver au maximum la qualité des matériaux démantelés. Elle nécessite également l’intervention d’acteurs spécialisés, dotés des compétences techniques requises, ainsi que l’utilisation de moyens logistiques spécifiques pour garantir un déroulement efficace des opérations.

Mais que deviennent ces matériaux une fois qu’ils ont été démontés ? Temporairement entreposés sur le site de déconstruction, ils sont souvent confrontés à un problème crucial, celui du **manque d’espace**. Cette contrainte s’avère particulièrement prégnante dans des environnements urbains denses comme celui de Bruxelles. Lorsque le stockage sur le chantier n’est pas envisageable, les matériaux sont alors dirigés vers l’une des filières de réemploi disponibles [A. Meulders; S. Ladam, 2022].

Ces plateformes de réemploi jouent un rôle essentiel dans la chaîne de valorisation des matériaux récupérés. Elles se chargent notamment de restaurer les matériaux concernés, en les traitant et les réparant au besoin. Une fois cette phase achevée, les matériaux sont soigneusement conditionnés et entreposés en attente de leur réintégration sur le marché.

2.2 ÉTATS DES LIEUX À BRUXELLES

2.2.1 MATÉRIAUX ISSUS DES PROFESSIONNELS

Dans la région bruxelloise, une grande partie des matériaux de réemploi provenant des professionnels passe par différents hubs. Depuis 2014, l'arrivée de **Rotor** en tant que leader a marqué le début de l'implantation d'une dizaine de nouvelles plateformes physiques sur le territoire régional.¹ Chacune de ces plateformes apporte sa spécificité, se concentrant soit sur des étapes précises du processus de réemploi, soit sur l'exploitation de gisements particuliers.

Par exemple, le magasin **Trait-déco** se spécialise dans l'upcycling de meubles, principalement des miroirs et des chaises d'écoles, tandis qu'**Irisiphère** se concentre sur le réemploi du bois. D'autre part, des entreprises comme **Ziroo** se spécialisent dans l'analyse du potentiel des bâtiments et des matériaux. [A. Meulders; S. Ladam, 2022].

Dans ce réseau diversifié, **Rotor** occupe une place prépondérante. Cette entreprise joue en effet un rôle clé dans le secteur du réemploi en intervenant à toutes les étapes du cycle des matériaux récupérés. De la réalisation de diagnostics à la vente dans leurs entrepôts, de plus **Rotor** prend en charge une grande variété de matériaux, qu'ils soient de nature différente. Cette approche holistique contribue à rationaliser et à optimiser le processus de réemploi, renforçant ainsi l'efficacité et l'impact positif de cette pratique dans la région bruxelloise.

Il est également intéressant de constater que des synergies se développent non seulement entre différentes entreprises à Bruxelles, mais aussi à l'échelle internationale, notamment avec **Rotor**. Ces collaborations s'étendent non seulement à des partenaires locaux, mais également à des acteurs de pays limitrophes en France, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni [FRCBE 2021]. L'objectif est de faciliter la circulation des éléments de construction récupérés en Europe du Nord-Ouest. Cette dynamique de collaboration transcende les frontières géographiques et culturelles, favorisant ainsi l'échange d'expertise, de bonnes pratiques et d'innovations dans le domaine du réemploi.

Il existe à l'heure actuelle, plusieurs plateformes d'information en ligne, dont notamment **Opalis**², **Plateforme Réemploi**³ mais encore **Oogstkaart**⁴, qui se sont également développées afin de faciliter la communication et la collaboration entre les divers acteurs impliqués. Ces plateformes remplissent non seulement un rôle de liaison, mais elles agissent aussi comme des répertoires en ligne, permettant la consultation et la mise en valeur des produits disponibles.

¹ Voir annexe A

² Url Opalis : <https://opalis.eu/fr>

³ Url plateforme réemploi : <https://www.reemploi-construction.brussels/>

⁴ Url Oogstkaart : <https://www.oogstkaart.nl/>







2.2.2 MATÉRIAUX ISSUS DES PARTICULIERS

« déposer, abandonner, jeter ou déverser tout type de déchets sur la voie publique est puni d'une amende forfaitaire. » (Service public)

La plupart des particuliers qui souhaitent se débarrasser de leurs matériaux les déposent souvent devant chez eux. Cependant, ce geste, appelé “**dépôt sauvage**”, est considéré comme une infraction en raison de ses implications sur l'ordre public et la salubrité. Cette pratique peut entraîner la détérioration des objets et présenter des risques d'obstacles susceptibles de causer des chutes ou des blessures. Bien qu'il soit interdit d'abandonner de tels objets, rien n'empêche de les ramasser, car ces déchets délaissés sont considérés comme n'appartenant à personne, et la première personne qui les récupère en devient le propriétaire. Cependant, si ces matériaux ou objets proviennent d'une benne, la législation stipule généralement qu'il est interdit de les récupérer, car, selon la loi, ces objets relèvent désormais de la propriété de la commune [Service public]. Quelles sont les alternatives à ce dépôt sauvage ?

Dans un premier temps, diverses alternatives sont disponibles pour la gestion de ces éléments, telles que le don à des amis, à la famille, ou aux collègues de travail. Par ailleurs, une multitude de groupes sur les réseaux sociaux s'engage dans la collecte et la récupération d'encombrants.

La ville de Bruxelles, quant à elle, organise **deux collectes d'encombrants par an**, prévues en mars et en octobre. Cependant, ces opérations se concentrent exclusivement sur certains mobiliers, tandis qu'elles excluent les déchets de construction tels que le bois et les portes. Il est à noter qu'une limite de 2m³ de déchets par famille est instaurée lors de chaque collecte [Ville de Bruxelles, 2024].

À l'heure actuelle, les particuliers ont la possibilité d'apporter leurs déchets de construction dans les **recyparks** de Bruxelles. Cependant, étant souvent éloignés du centre-ville, certains ne disposent ni des moyens ni du temps nécessaires pour s'y rendre. En outre, malheureusement, ces matériaux dans les recyparks sont souvent soumis à un processus de **downcycling**.

Les **ressourceries**⁵ et **recycleries**, appuyées par Bruxelles Environnement, sont des initiatives locales promouvant le réemploi et la valorisation des ressources. En plus de réduire les déchets, elles renforcent la cohésion sociale en encourageant le partage et la solidarité au sein des communautés. En 2021, cinq de ces projets ont été déployés dans la région, chacun adapté à son territoire et bénéficiant d'un soutien financier et méthodologique. Dans cette optique, Bruxelles Environnement encourage les communes à développer davantage d'infrastructures similaires sur leur territoire, favorisant ainsi l'emploi local et la circularité.

Parallèlement, les **récupérathèques**, sont également présentes à Bruxelles, ces initiatives contribuent à la durabilité en offrant des alternatives à la perte de matériaux et s'inscrivent dans le contexte du réemploi. Actuellement, Bruxelles en compte une dizaine, souvent associées à des universités comme “Le Rucher” à LOCI Bruxelles (Uclouvain) ou bien “La boîte à gants” (BàG) à l'ERG. La mutualisation de ces espaces permet une gestion collaborative des ressources, favorise une approche communautaire et responsable dans la récupération et le réemploi des matériaux, répondant dans un même temps à la pression foncière actuelle.

⁵ Le terme « Ressourcerie » ® est une marque collective déposée de la fédération Ressources. Plus d'infos : <https://www.res-sources.be/fr/ressourcerie>.



2.3 PRINCIPAUX FREINS ET ENJEUX DU RÉEMPLOI

En 2016, un rapport de l'Ademe a identifié plusieurs obstacles dans le secteur du réemploi, regroupant **37 actions classées selon cinq grandes thématiques** : les acteurs, l'environnement, l'aspect économique, le cadre juridique et les aspects techniques. Depuis lors, le secteur a connu une évolution significative, avec de nombreux défis résolus ou en cours de résolution ⁶. Cependant, malgré ces avancées, plusieurs obstacles persistent et entravent toujours la généralisation de ces pratiques.

Actuellement, à Bruxelles, le réemploi rencontre des défis majeurs. Contrairement à nos voisins français où la demande excède considérablement l'offre, c'est l'inverse qui se produit dans notre capitale [Circobuild, 2020].

Ceci s'explique notamment par un manque de sensibilisation et une certaine méfiance de la part de certains acteurs vis-à-vis du réemploi. Damien Verraver (Retrival) souligne ce point en expliquant :

« Un entrepreneur qui ne veut ni acheter ni utiliser de matériaux de réemploi venant de l'extérieur va, sur son propre chantier, réutiliser des matériaux qu'il a démontés dans une autre partie de son bâtiment, preuve que l'utilisation de ces matériaux ne met pas en danger sa responsabilité. Des études concernant le marquage CE ou la garantie décennale montrent d'ailleurs que la méfiance par rapport au réemploi n'a pas lieu d'être. »

(Damien Verraver, FAQ Circobuild, 2020)

En effet, cette méconnaissance et cette réticence entravent la pleine exploitation des opportunités offertes par le réemploi dans le domaine de la construction. Au-delà de la sensibilisation au secteur qui semble nécessaire, il convient d'examiner d'autres obstacles potentiels et d'adopter des mesures appropriées pour les surmonter. Le présent travail souhaite se concentrer sur deux enjeux essentiels qui freinent la généralisation du secteur : **le cadre spatial et le cadre logistique**.

⁶ - Emergence de plateforme en ligne (Opalis, cycle up,...) ; Nombreux guides publiés,...

2.3.1 ENJEU SPATIAL

Comme mentionné précédemment, à Bruxelles, l'offre de matériaux de réemploi dépasse généralement la demande, situation exacerbée par les démolitions fréquentes dans la ville, ce qui engendre une disponibilité accrue de matériaux. Cette surabondance nécessite un stockage adéquat, mais les espaces de stockage actuels sont insuffisants pour **absorber de grands gisements**. De plus, en raison de la densité urbaine de Bruxelles, il y a peu d'espace disponible sur les chantiers pour entreposer les matériaux, contraignant ainsi les acteurs à les éliminer par d'autres voies [Confédération Construction Bruxelles-Capitale, 2022].

La **pression foncière** constitue une autre barrière majeure, car le coût de ces espaces reste excessivement élevé. Les prix en constante augmentation, attribués notamment à la spéculation immobilière, rendent difficile l'accès à ces lieux cruciaux pour le réemploi. Cette hausse des coûts de location aggrave encore la pression sur les acteurs du réemploi. En raison de cette pression, la plupart des infrastructures liées à ce secteur sont contraintes de s'implanter sur des espaces temporaires ou des baux précaires. Cela entraîne un risque de relocalisation compromettant ainsi la stabilité et la pérennité du secteur. [A. Meulders; S. Ladam, 2022].

Par ailleurs, le manque de connaissances sur les espaces disponibles dédiés à cette activité pose également problème. Les acteurs ne savent pas toujours vers qui se tourner pour trouver des espaces adaptés et quelles stratégies d'implantation seraient les plus appropriées [A. Meulders; S. Ladam, 2022].

2.3.2 ENJEU LOGISTIQUE

« Ce qui caractérise le réemploi, c'est avant tout la variabilité des flux »

(I. Bourdais ; Cycle Up, ; 2023)

La logistique du réemploi varie considérablement en fonction de l'étape du processus et du type de matériaux ou d'éléments impliqués. Par exemple, la logistique pour réemployer une porte en bois diffère de celle pour un appareil sanitaire ou une moquette, ce qui implique des acteurs et des interventions différents. De plus, le processus logistique commence généralement sur **un chantier de déconstruction**, ce qui le différencie des approvisionnements traditionnels en provenance de magasins ou de carrières. Cette **variabilité des flux** complique la généralisation du réemploi dans les projets, les acteurs sont souvent réticents à l'idée de travailler avec des flux variables, préférant généralement des flux plus réguliers [Cycle up, 2023].

De plus, l'enjeu spatial et l'enjeu logistique sont intrinsèquement liés, il réside dans la gestion efficace des flux de matériaux entre leur collecte initiale et leur réutilisation ultérieure. **Le décalage spatio-temporel entre l'offre des gisements et la demande vers les exutoires** constitue un défi majeur. Cette disparité oblige les structures impliquées à trouver des solutions à la fois physiques, telles que la mise en place de zones de stockage adéquates, et logistiques, comme l'organisation efficace des déplacements de matériaux car en effet ces derniers jouent un rôle d'interface entre ces deux étapes, agissant comme des tampons . Cette accumulation de gisements permettrait de réduire les inefficacités liées à la disponibilité sporadique des matériaux réutilisables, offrant ainsi une réponse aux flux inhérents au réemploi. [ESS France, 2022].

1. CONCLUSION

En conclusion, en contribuant à une gestion plus efficiente des ressources, le réemploi joue un rôle crucial dans la transition vers un métabolisme urbain circulaire. Le concept de réemploi, qui consiste à réutiliser des matériaux et des objets plutôt que de les jeter, permet de réduire la demande de nouvelles ressources, diminuer la production de déchets et limiter les émissions de gaz à effet de serre. En intégrant des pratiques de réemploi dans les politiques urbaines, les villes peuvent non seulement préserver l'environnement, mais aussi **stimuler l'économie locale** en créant des emplois dans les secteurs de la collecte, du tri, de la réparation et de la revente d'objets usagés.

Cependant, le développement du réemploi rencontre plusieurs obstacles significatifs. Parmi les principaux freins, **les contraintes spatiales et logistiques**, telles que l'insuffisance d'espaces de stockage adéquats et les coûts élevés liés à la pression foncière, limitent la capacité à gérer efficacement les matériaux récupérés. Ces contraintes créent un décalage spatio-temporel entre l'offre et la demande de matériaux réemployables. En d'autres termes, il peut y avoir des matériaux disponibles pour le réemploi, mais sans espaces de stockage appropriés, ils ne peuvent pas être conservés en bon état jusqu'à ce qu'ils trouvent un nouveau propriétaire ou usage. Ce décalage complique la gestion des flux de matériaux et entraîne souvent des inefficacités et des pertes.

Pour surmonter ces défis, **plusieurs solutions** peuvent être envisagées. Les communes peuvent jouer un rôle clé en facilitant l'accès à des espaces publics inutilisés ou sous-utilisés pour les projets de réemploi. Des incitations économiques, telles que des subventions ou des réductions de loyers pour les initiatives de réemploi, peuvent également aider à alléger la pression financière. De plus, la mise en place d'un réseau de plateformes de stockage plus efficient peut améliorer la gestion des matériaux récupérés. Ce schéma pourrait inclure des entrepôts modulaires, adaptés aux fluctuations des volumes de matériaux, l'utilisation de modes de transports plus respectueuse de l'environnement et la mutualisation des espaces afin de répondre aux enjeux fonciers actuels.

1. UNE UTOPIE RÉALISABLE

1.1 QUESTION DE RECHERCHE

« Quelles sont les stratégies à mettre en place afin de lever les freins logistiques et spatiaux du réemploi pour accompagner la région bruxelloise dans la transition du métabolisme urbain ? »

Cette question de recherche a été le **point de départ** essentiel pour explorer en profondeur les moyens nécessaires à l'intégration du réemploi dans l'évolution du métabolisme urbain. Elle a non seulement encadré la rédaction de cette section, mais a également servi de guide utilisé pour concrétiser un projet sur le cas d'étude. Elle a non seulement encadré la rédaction de cette section, mais a également guidé la mise en œuvre d'un projet spécifique sur le cas d'étude.

1.2 AMBITION DE L'UTOPIE

L'utopie s'inscrit dans un monde où l'accès aux ressources matérielles est drastiquement limité. Dans ce nouveau paradigme, la ville est désormais perçue comme la principale source d'approvisionnement, avec le bâti servant de réservoir de matériaux. Le métabolisme urbain va donc progressivement passer d'un modèle linéaire, dépendant des campagnes, vers un modèle circulaire plus vertueux. Dans cette transition, le réemploi émerge comme catalyseur majeur, cependant, ce secteur en perpétuelle évolution, fait face à des enjeux significatifs, notamment sur les aspects logistique et spatial.

L'ambition de cette utopie est d'accompagner le réemploi dans cette transition en répondant aux décalages spatio-temporels entre l'offre et la demande, afin de gérer efficacement les flux inhérents à cette pratique. Pour atteindre cet objectif, l'hypothèse de recherche propose **la mise en place d'un réseau de plateforme logistique autrement appelés "Hubs"**. Ce réseau vise à massifier et à optimiser les espaces de stockage, qui servent d'espace tampon entre la captation des gisements et leur redistribution vers les exutoires. Cette recherche questionne l'implantation, la nature et la typologie de ces hubs ainsi que les circuits logistiques à déployer, les modes de transports et les synergies potentielles entre les différents maillons ainsi que les bénéfices socio-économiques que ceux-ci peuvent induire sur le territoire.



1.3 MÉTHODE

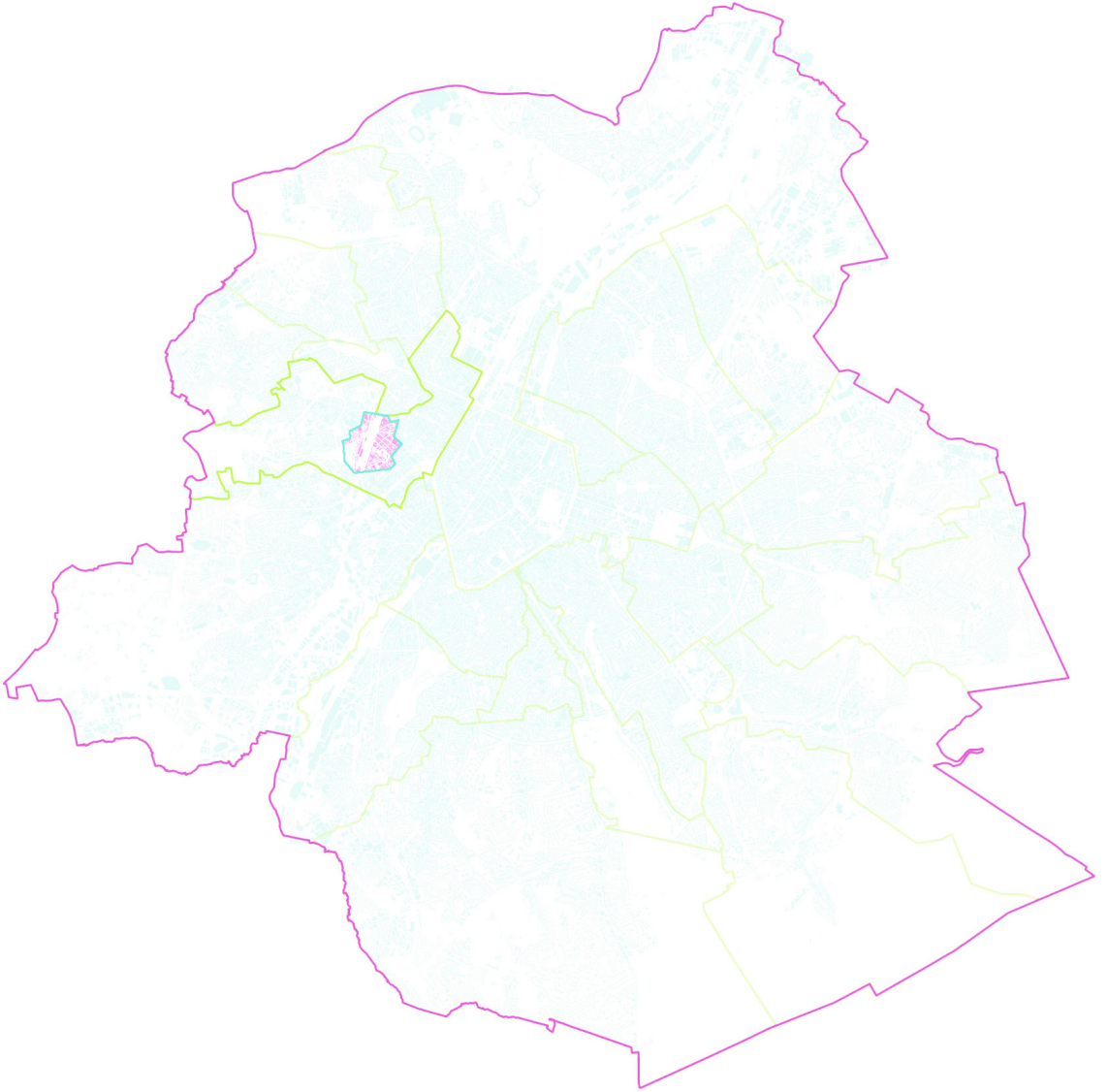
1.3.1 ECHELLES D'INTERVENTIONS ET DÉMARCHÉ

Ce projet s'articule autour de trois niveaux d'intervention définis, chacun jouant un rôle crucial dans la concrétisation de ses objectifs. Ces niveaux incluent une approche à l'échelle régionale, une autre au niveau du quartier, et enfin une troisième à l'échelle du bâtiment.

À l'échelle régionale, le projet vise à établir un schéma logistique et un réseau de hubs physiques à travers la région, en se basant sur des critères spécifiques et en adoptant une démarche itérative. En parallèle, il élabore un plan d'action stratégique qui s'étend sur le court et le long terme, définissant ainsi les étapes nécessaires pour atteindre les objectifs fixés.

Au niveau territorial, une analyse approfondie d'un cas d'étude est prévue. Cette étape initiale permettra de mettre en lumière les enjeux et les leviers spécifiques à ce quartier, en comprenant sa morphologie et en identifiant les enjeux territoriaux. Cette compréhension approfondie servira de base pour l'implantation d'un hub physique, en veillant à ce qu'il réponde de manière adéquate aux besoins et aux dynamiques spécifiques de la commune.

Enfin, **à l'échelle du site de projet**, ce dernier proposera sur des interventions concrètes et détaillées, en se focalisant sur la conception et l'activation de la plateforme logistique. Cela inclura une analyse approfondie de ses besoins, en termes d'implantation, d'interactions, de fonctionnement et de spatialité. Il sera en effet crucial d'examiner sa relation avec la rue et le quartier environnant, en tenant compte des éventuels impacts sur le confort et la qualité de vie des habitants. Cette approche qualitative garantira une intégration harmonieuse de l'infrastructure dans son environnement local.



1.3.2 BOITE À OUTILS

Références de projets

L'hypothèse de recherche s'appuie sur une série de références de projets qui ont été compilées et analysées de manière critique pour comprendre les dispositifs architecturaux les plus favorisés et leur efficacité. Ces analyses permettent d'identifier en quoi ces dispositifs fonctionnent ou ne fonctionnent pas, s'ils suffisent ou non, et comment ils encouragent les interactions. Les références incluent non seulement des réseaux, des hubs et des espaces de stockage présents sur le territoire bruxellois ⁷, mais aussi des exemples de projets et de planification territoriale à l'étranger.⁸

Les points forts issus de ces références et qu'il conviendrait d'intégrer dans le projet sont la mutualisation, l'adaptabilité et la synergie. La mutualisation des espaces permet non seulement de répondre aux enjeux spatiaux et à la pression foncière, mais également d'encourager les interactions et de maintenir un lien social, malgré le caractère logistique de l'infrastructure. L'adaptabilité des infrastructures et des réseaux assure la flexibilité nécessaire pour s'ajuster aux fluctuations des volumes et aux besoins changeants. Enfin, la synergie entre les différents acteurs, incluant les travailleurs, les habitants et les parties prenantes de la chaîne logistique, favorise des interactions et des solutions logistiques efficaces.

Contrats de quartiers durables

Les Contrats de Quartiers Durables (CQD) sont des dispositifs de politique urbaine développés par la Région de Bruxelles-Capitale pour revitaliser et rénover des quartiers spécifiques tout en intégrant des objectifs de durabilité. Ces contrats, conclus entre la Région et la commune qui définissent un plan d'action sur une période déterminée avec un budget précis pour réaliser diverses initiatives visant à améliorer la qualité de vie et l'environnement urbain.

Dans le cadre de l'hypothèse de recherche, l'utilisation des CQD comme territoire d'action se révèle pertinente. Ces contrats ciblent en effet des zones de développement urbain et les nombreuses analyses préalables réalisées. Ces analyses servent de support pour justifier le développement de nouvelles infrastructures qui bénéficieront à la fois à la région et aux habitants du quartier.

L'examen des contrats de quartiers a permis d'identifier les mesures mises en place pour répondre aux défis liés au réemploi des matériaux. Quelques-uns incluent la création de hub, d'autres l'implantation de points de collecte, et certains collaborent avec les acteurs bruxellois déjà existants. En utilisant les CQD, il est possible de tirer parti de ces initiatives déjà prévues pour faciliter la mise en œuvre du réseau de hubs logistiques.

⁷ Voir annexe A

⁸ Voir annexe B

Hypothèses de calcul pour la quantification des besoins

Une analyse de la quantité d'espace nécessaire au stockage des matériaux sortants annuels a été réalisée⁹. Cette dernière repose sur plusieurs hypothèses :

Les flux de matériaux : elle s'appuie sur les calculs des flux entrants et sortants de matériaux annuels réalisés par Bruxelles Environnement, tels que évoqués dans la première partie de l'étude. Ces données fournissent une base quantitative essentielle pour estimer les besoins en espace de stockage.

L'exclusion des éléments de gros œuvre : la seconde hypothèse stipule que les éléments de gros œuvre (fondations, murs porteurs, etc.) ne sont pas pris en compte dans cette évaluation. Actuellement, lors des chantiers de déconstruction, ces matériaux finissent souvent en déchets inertes mélangés, car les bâtiments ne sont pas conçus pour être démontés de manière réversible et modulaire. Cela rend la décomposition rapide de ces éléments difficile, souvent conduisant à leur démolition complète.

La réemploi potentiel : pour simplifier les calculs et en raison de la complexité d'estimer le potentiel de réemploi des matériaux issus des habitations, l'hypothèse posée est que, dans un scénario idéal, 100 % des matériaux peuvent être réemployés. Cette hypothèse, bien que volontairement extrême, vise à maximiser les prévisions afin de déterminer la limite de stockage nécessaire la plus élevée possible. Cela permet de sensibiliser sur les capacités potentielles de réemploi en utilisant un scénario optimal pour mieux évaluer les besoins en espaces de stockage.

La densité moyenne : la dernière hypothèse se base sur la densité moyenne de ces éléments pour calculer le volume de stockage nécessaire. Cette approche permet d'obtenir une estimation plus précise du volume total à stocker, en prenant en compte les variations de densité des différents matériaux.

Ces résultats approximatifs ont pour objectif de servir de **base sensibilisatrice**, en fournissant un indicateur clair des besoins en espace de stockage. En soulignant l'importance d'augmenter ces derniers, cette analyse vise à encourager les acteurs à développer dans des infrastructures adéquates. Cela permettrait non seulement de gérer efficacement les matériaux de réemploi mais aussi de renforcer la résilience des projets de construction et de déconstruction.

⁹ Voir annexe C.

2. BRUXELLES SE RÉEMPLOIE

2.1 LOGISTIQUE

2.1.1 SCHÉMA LOGISTIQUE

Le **circuit logistique** a pour vocation d'organiser la collecte et le tri de façon optimale via un réseau de ramifications reliant les gisements à des points centraux. Ces dernières servent de nœuds de tri, permettant une gestion et une distribution efficace des ressources récoltées. Le processus implique une coordination méticuleuse afin de maximiser l'efficacité du tri et de la distribution des matériaux collectés, en minimisant les pertes et en optimisant l'utilisation des ressources disponibles.

Comme vu précédemment, il existe deux sources principales de gisements : d'une part, les matériaux issus du secteur professionnel et d'autre part, ceux issus des particuliers. Chacune de ces sources requiert des stratégies logistiques spécifiques afin d'optimiser leur gestion.

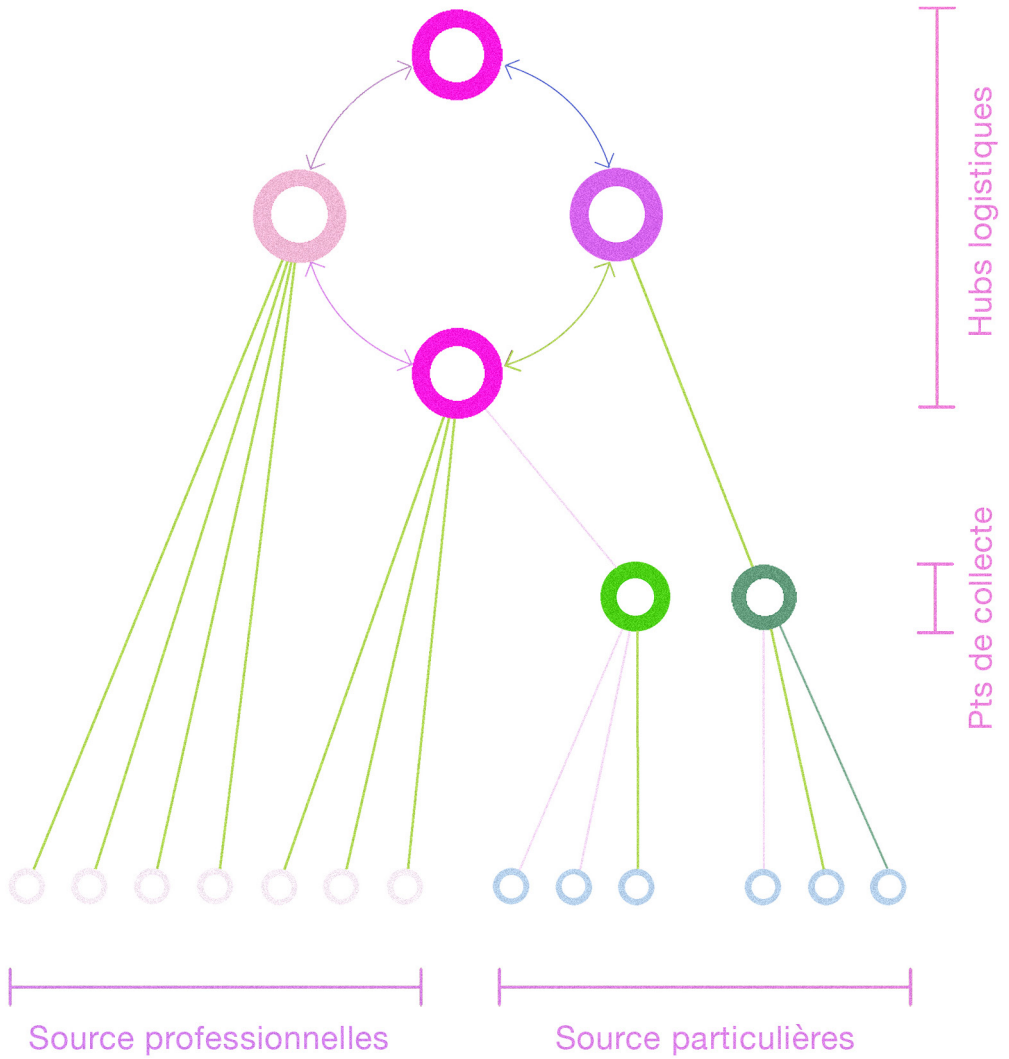
Pour ce qui est des **matériaux provenant des particuliers**, le cheminement commence par leur transport vers des points de collecte, généralement implantés dans les quartiers. Ces dernières peuvent prendre la forme de récupérathèques, de recycleries®, des repairs cafés, ou tout autres typologies similaires. Une fois arrivés à ces points de collecte, les matériaux sont soumis à une première évaluation. Ils sont triés en fonction de leur état général et de leur nature. Dans le cas où ces points de collecte atteignent leur capacité maximale de stockage ou si certains matériaux nécessitent des réparations ou des traitements particuliers, ils sont alors dirigés vers des hubs logistiques centraux.

Les **matériaux issus du secteur professionnel** suivent quant à eux un cheminement plus direct. Dès leur acquisition à la source, ils sont acheminés directement vers les hubs logistiques. Ces plate-formes opèrent comme des centres cruciaux où divers processus sont mis en œuvre pour garantir la valeur et la durabilité des matériaux récupérés.

Ces plateformes logistiques jouent un rôle pivot dans le cycle de vie des matériaux, peu importe leur nature ou leur provenance. Elles s'engagent dans un processus complet qui commence par le **tri** minutieux des matériaux selon leur type, leur qualité et leur état général. Ensuite, les matériaux sont soumis à des **réparations si nécessaire**, suivies d'un **reconditionnement** pour les rendre aptes à une nouvelle utilisation.

Parallèlement, ces hubs logistiques assurent également une fonction cruciale de **stockage**. Ils sont équipés pour conserver les matériaux de manière sécurisée et organisée en attendant leur réintroduction sur le marché. Cette phase de stockage est également essentielle pour garantir la disponibilité des matériaux au moment opportun et ainsi répondre aux besoins du marché de manière efficace.

En outre, les économies d'échelle jouent un rôle crucial dans cette organisation logistique. En centralisant les opérations de tri et de traitement, il est possible de réaliser des économies substantielles sur le transport et la main-d'œuvre. Le transport en masse des matériaux vers des hubs centraux permet de réduire les coûts unitaires de transport en optimisant les trajets et en utilisant pleinement la capacité des véhicules. De plus, cette centralisation favorise une meilleure hiérarchisation et organisation des flux, permettant la planification d'opérations de manière plus efficace et de répartir les ressources de façon optimale.



2.1.2 SPÉCIALISATION DES HUBS ET SYNERGIES

Pour exploiter pleinement la synergie entre les différentes plateformes de réemploi, une stratégie de spécialisation est adoptée, où chaque hub se concentre sur un élément de construction ou produit spécifique. Cette spécialisation se traduit par des hubs dédiés à la réutilisation de menuiseries en bois, d'autres se concentrant sur les revêtements de sol ou encore sur les meubles. Une telle approche crée plusieurs filières distinctes, chacune axée sur des produits spécifiques, et applique des techniques adaptées à leur nature particulière.

En se spécialisant, chaque hub développe une **expertise pointue**¹⁰ dans le traitement et la valorisation des matériaux qui lui sont confiés. Par exemple, un hub spécialisé dans la rénovation de fenêtres met au point des méthodes spécifiques de restauration et de remise en état, tandis qu'un hub axé sur les meubles élabore des techniques de réparation et de rénovation adaptées à ce type de produits. Cette spécialisation, optimise non seulement la qualité des processus de réemploi, mais crée également des emplois spécialisés. En **formant** une main-d'œuvre qualifiée, ces hubs contribuent au **développement économique local** en offrant des opportunités de travail valorisant et en renforçant les compétences des travailleurs dans des domaines spécifiques.

De plus, cette spécialisation permet d'accumuler des lieux où de gros lots de matériaux sont disponibles, réduisant ainsi les incertitudes quant à la disponibilité des matériaux nécessaires. Cela signifie que les professionnels et les particuliers peuvent se rendre dans l'un de ces hubs en étant certains d'y trouver ce dont ils ont besoin. Cette accumulation de grandes quantités de matériaux permet également de travailler sur des **flux plus tendus**, optimisant ainsi la gestion des stocks et des approvisionnements.

¹⁰ Possibles interactions avec des organismes de formation sur les (nouveaux) métiers de la construction, par exemple ConstruCity.

Les matériaux provenant de sources qui ne correspondent pas à la spécialité d'un hub donné sont triés et **stockés temporairement**. Ils sont ensuite dirigés vers les différents hubs spécialisés présents dans la région bruxelloise. Cette mise en commun des ressources et des compétences optimise le processus de réemploi en capitalisant sur les forces et les expertises de chaque hub, tout en assurant une meilleure organisation.

Cependant, l'inconvénient de cette démarche réside dans **l'augmentation des transports nécessaires** pour acheminer les matériaux vers les hubs spécialisés appropriés. Bien que l'augmentation des transports puisse sembler un inconvénient, elle peut être atténuée par l'utilisation de moyens de transport écologiques et la planification efficace des itinéraires de collecte et de livraison. Par exemple, le recours aux voiries ferroviaires, à la voie maritime ou bien et à des camionnettes à faibles émissions pourrait réduire l'empreinte carbone associée à ces déplacements. De plus, en coordonnant les horaires de collecte et en optimisant les trajets, il est possible de minimiser les trajets à vide et de maximiser l'efficacité logistique.

En conclusion, la spécialisation des hubs dans la réutilisation de matériaux spécifiques offre un potentiel significatif pour améliorer l'efficacité et la qualité du processus de réemploi. Bien que cela puisse entraîner une augmentation des transports, les avantages en termes de développement d'expertises spécialisées et de gestion optimisée des ressources pourraient largement compenser cet inconvénient.

2.1.3 MODES DE TRANSPORTS

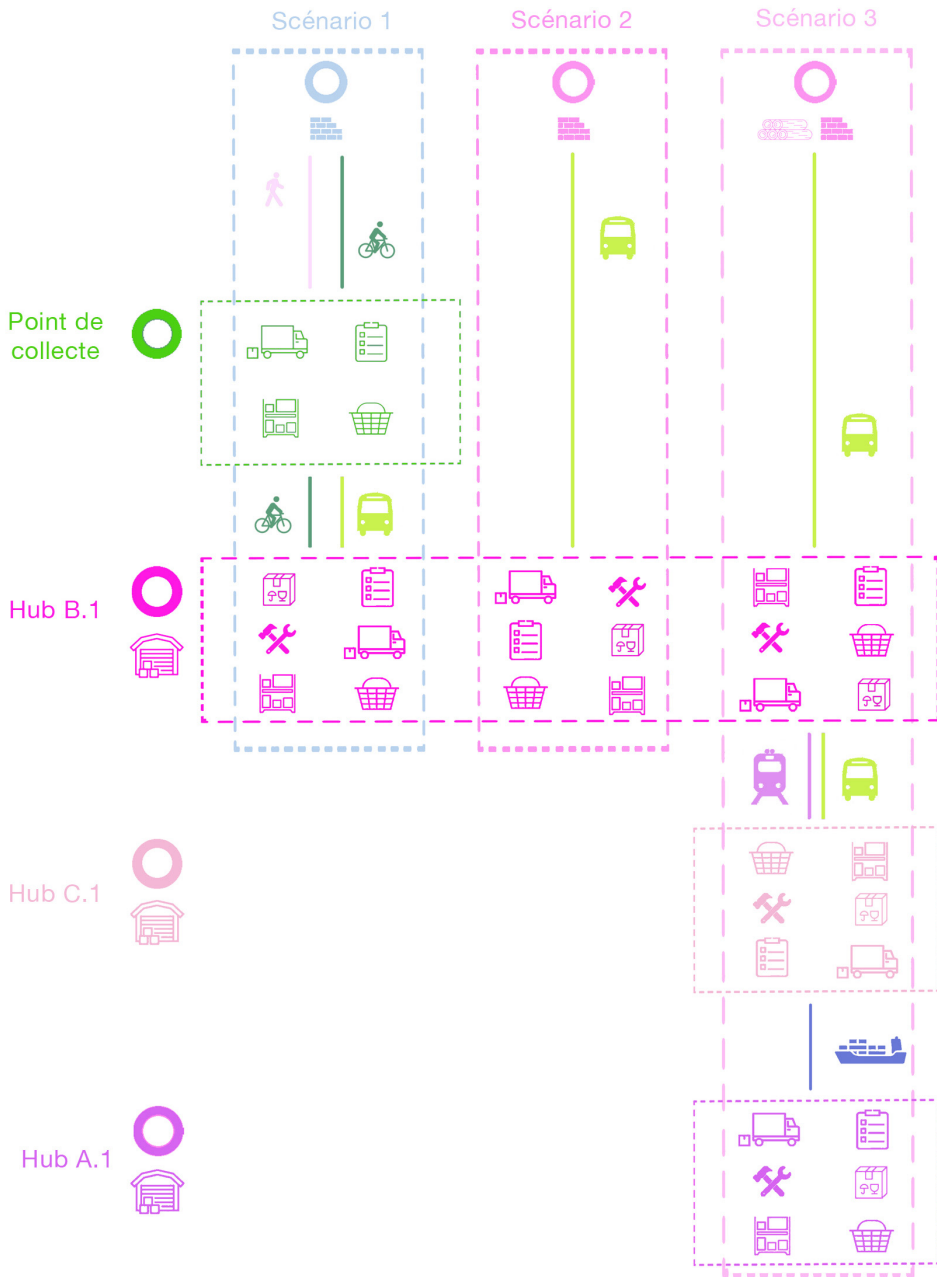
Comment les matériaux vont-ils transiter entre les différents points ? Cette question est cruciale pour comprendre l'efficacité du schéma logistique proposé. En effet, la bonne gestion de la collecte et du transport des matériaux, qu'ils proviennent de sources particulières ou professionnelles, est essentielle pour assurer un processus fluide et optimisé.

Les **matériaux issus des sources particulières** arrivent via des moyens de mobilité douce vers les points de collecte de quartier. Les habitants peuvent y apporter leurs matériaux à pied ou à vélo, grâce à la proximité de ces points de collecte par rapport aux habitations, ce qui élimine la nécessité d'utiliser une voiture. Pour les matériaux lourds et encombrants, un système de prise en charge devant les habitations est mis en place. Ce système fonctionne de manière similaire à celui de la collecte des déchets encombrants, permettant de récupérer les matériaux au plus proche. Une fois les matériaux arrivés aux points de collecte, ils transitent vers les plateformes logistiques via des vélos-cargos ou des camionnettes, en fonction de la quantité et du volume à transporter. Ce système de transport intermédiaire assure une transition efficace des matériaux depuis les quartiers vers les différents hubs.

Pour les **matériaux provenant des professionnels**, un réseau de prise en charge précis et rapide est instauré. Ce réseau permet de collecter les matériaux directement sur les chantiers de manière optimale, réduisant ainsi le temps de stockage sur place et évitant la détérioration des matériaux. En libérant l'espace des chantiers, ce système facilite également une meilleure gestion des sites de construction. Les matériaux collectés transitent ensuite vers les hubs logistiques principalement par voie routière, utilisant des camionnettes et des camions en fonction des besoins.

Pour les **matériaux devant transiter entre les différents hubs**, la voirie traditionnelle constituerait la première solution mise en œuvre. Cependant, dans un deuxième temps, si l'hypothèse de transition et d'évolution du métabolisme urbain se concrétise, de nouvelles perspectives s'ouvriraient. Il serait alors envisageable de déployer des infrastructures de transports plus conséquentes et spécialisées, optimisant ainsi les flux de transport entre les plateformes stratégiquement positionnées. Notamment, l'exploitation de la voie ferrée permettrait de fluidifier les transferts, en offrant une alternative efficace et durable pour le transport de matériaux en grande quantité. Ou encore, l'intégration de la voie maritime dans le réseau logistique, notamment pour les centres portuaires, contribuerait à une gestion plus écologique des intrants et des sortants.

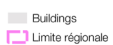
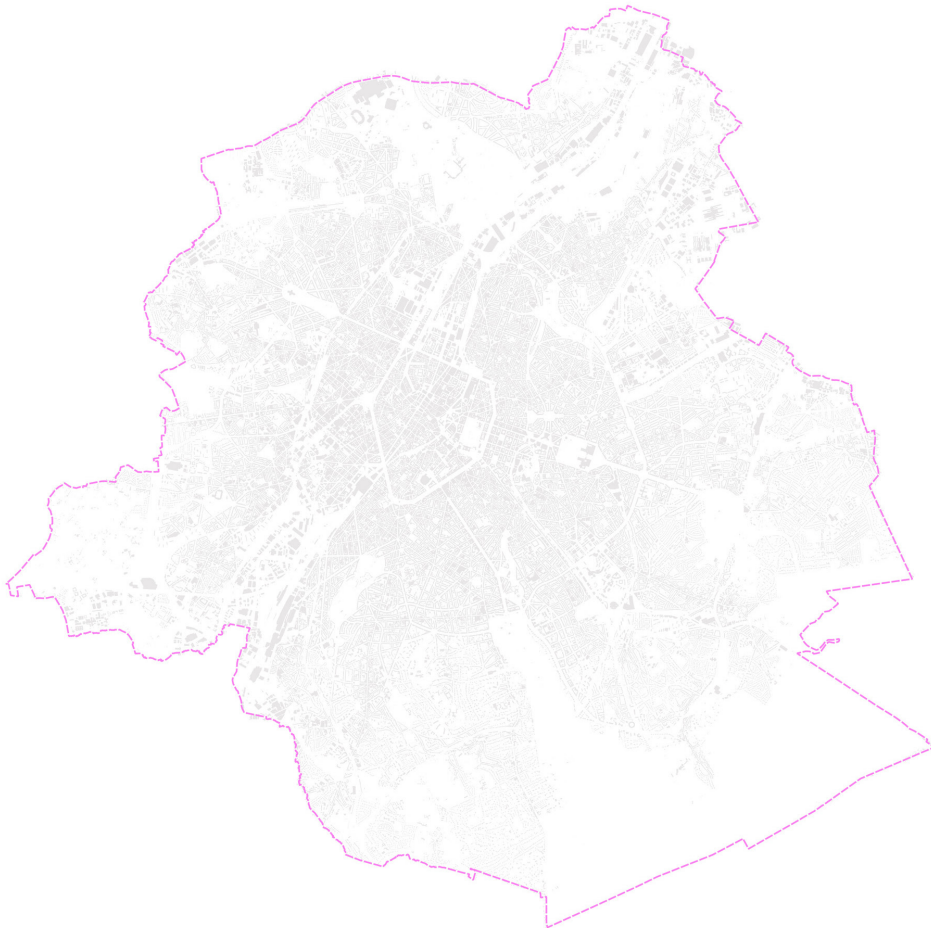
Cette approche **multimodale**, combinant routes, rails et voies navigables, assurerait une meilleure gestion des flux, permettant le transport de plus gros volume, tout en réduisant l'empreinte carbone du système de transport. Ainsi, chaque matériau pourra suivre un itinéraire optimisé, favorisant à la fois l'efficacité logistique et le respect de l'environnement.



2.2 SPATIAL

2.2.1 CRITÈRE DE LOCALISATION

L'emplacement des hubs logistiques pour le réemploi de matériaux de construction semble d'une importance capitale et doit être soigneusement étudié. Plusieurs considérations doivent être prises en compte dans le choix de ces emplacements stratégiques afin d'optimiser l'efficacité du processus de réemploi.¹¹



¹¹ https://www.amalo-recrutement.fr/blog/hub-logistique/#Ou_peut-on_implanter_un_hub_logistique

Accès

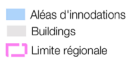
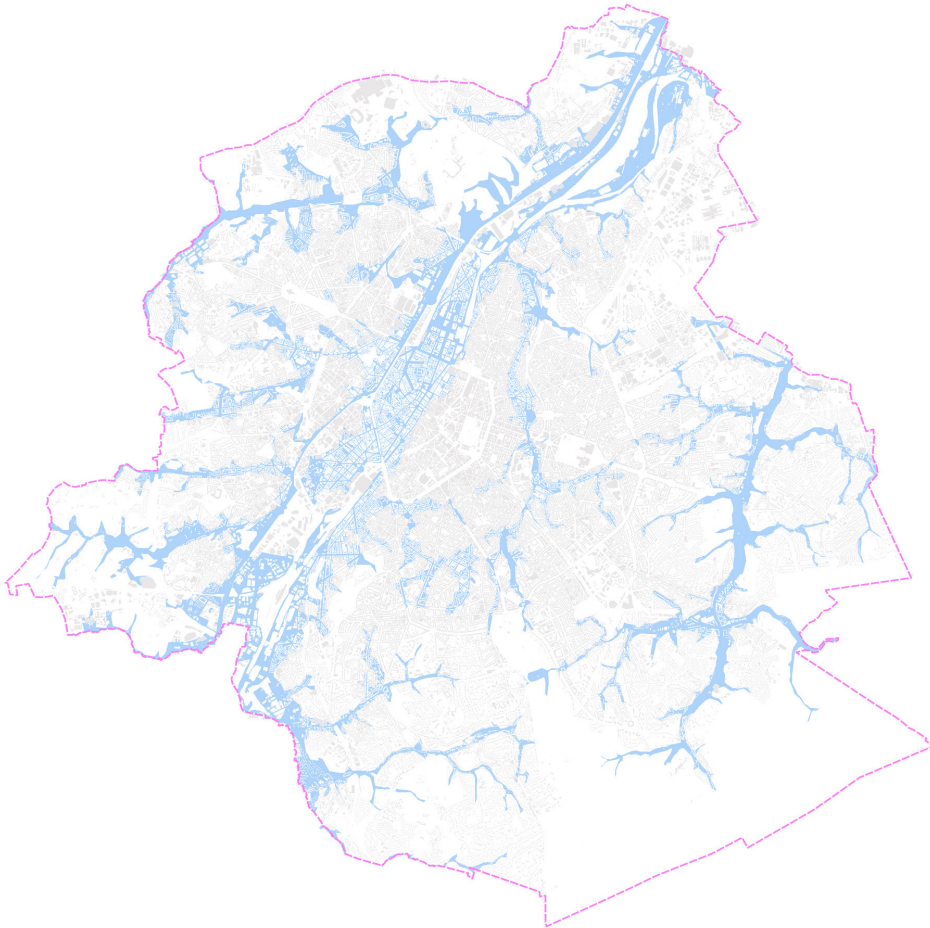
Tout d'abord, la proximité des grands axes de circulation, tels que les routes principales, les autoroutes, les voies ferrées ou encore les voies navigables, est essentielle. Cette proximité facilite le transport des matériaux vers et depuis les hubs logistiques, réduisant ainsi les coûts de transport et les délais de livraison. De plus, cela permet une meilleure accessibilité pour les fournisseurs et les clients, renforçant ainsi la fluidité des échanges.



- Canal
- Ligne de chemin de fer
- Grande voirie urbaine
- Buildings
- Limite régionale

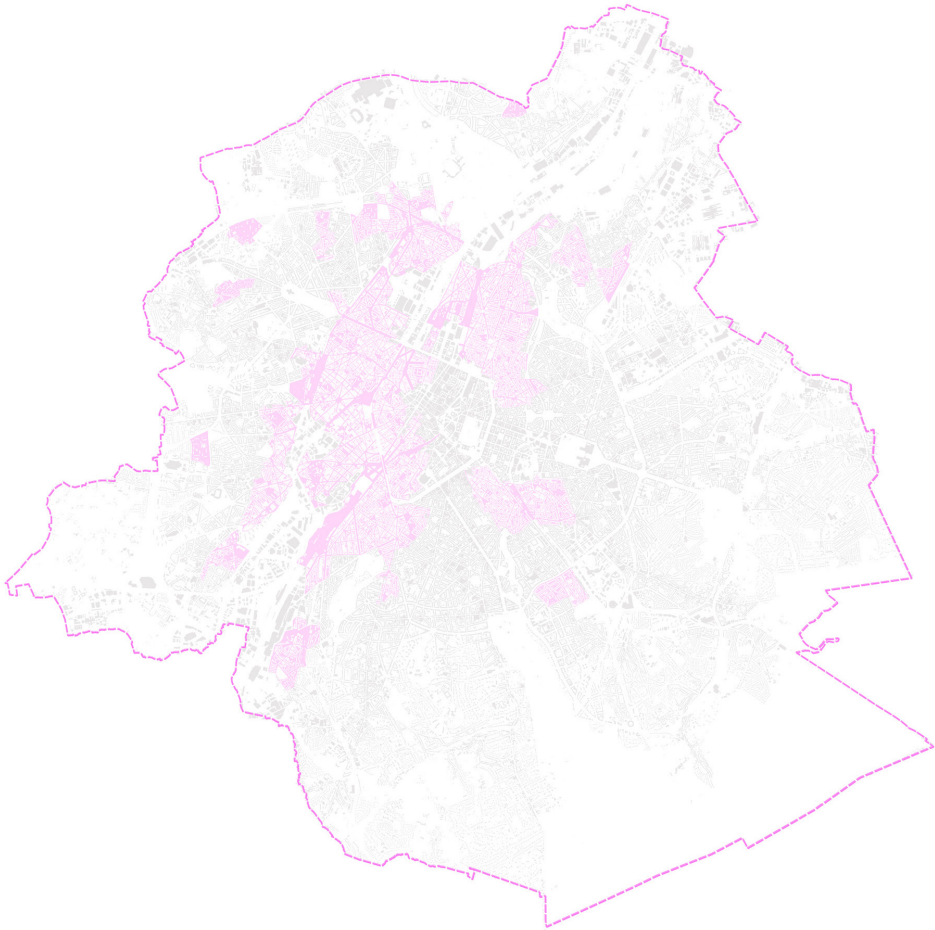
Environnement

Il est également crucial de prendre en compte les facteurs environnementaux lors du choix de l'emplacement de ces hubs. Par exemple, il est important d'éviter les zones sujettes aux risques d'inondations, qui pourraient endommager les matériaux stockés et compromettre le fonctionnement des installations logistiques.



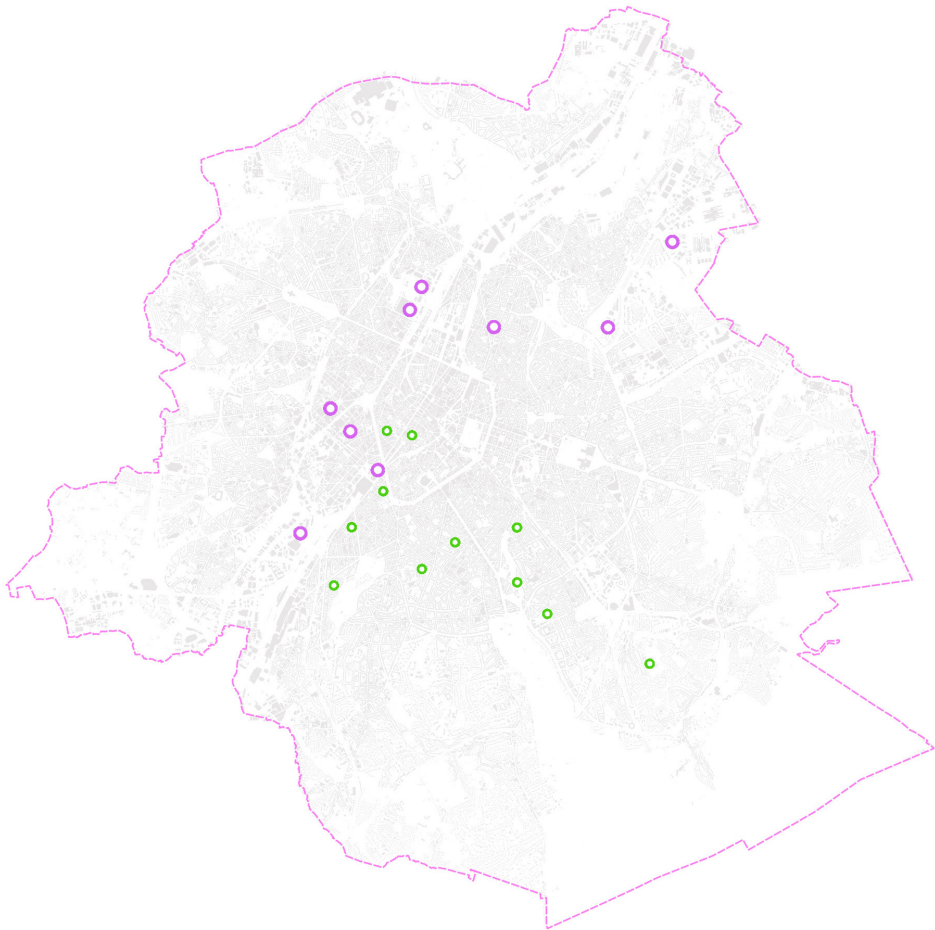
Proximité du gisement

De plus, il est stratégique de s’implanter à proximité des zones en développement urbain car ces zones sont susceptibles de générer d’importants gisements de matériaux de construction, en raison des projets de démolition, de rénovation ou de construction en cours ou à venir. Ainsi, être proche de ces zones permet aux hubs logistiques de capturer efficacement ces flux de matériaux.

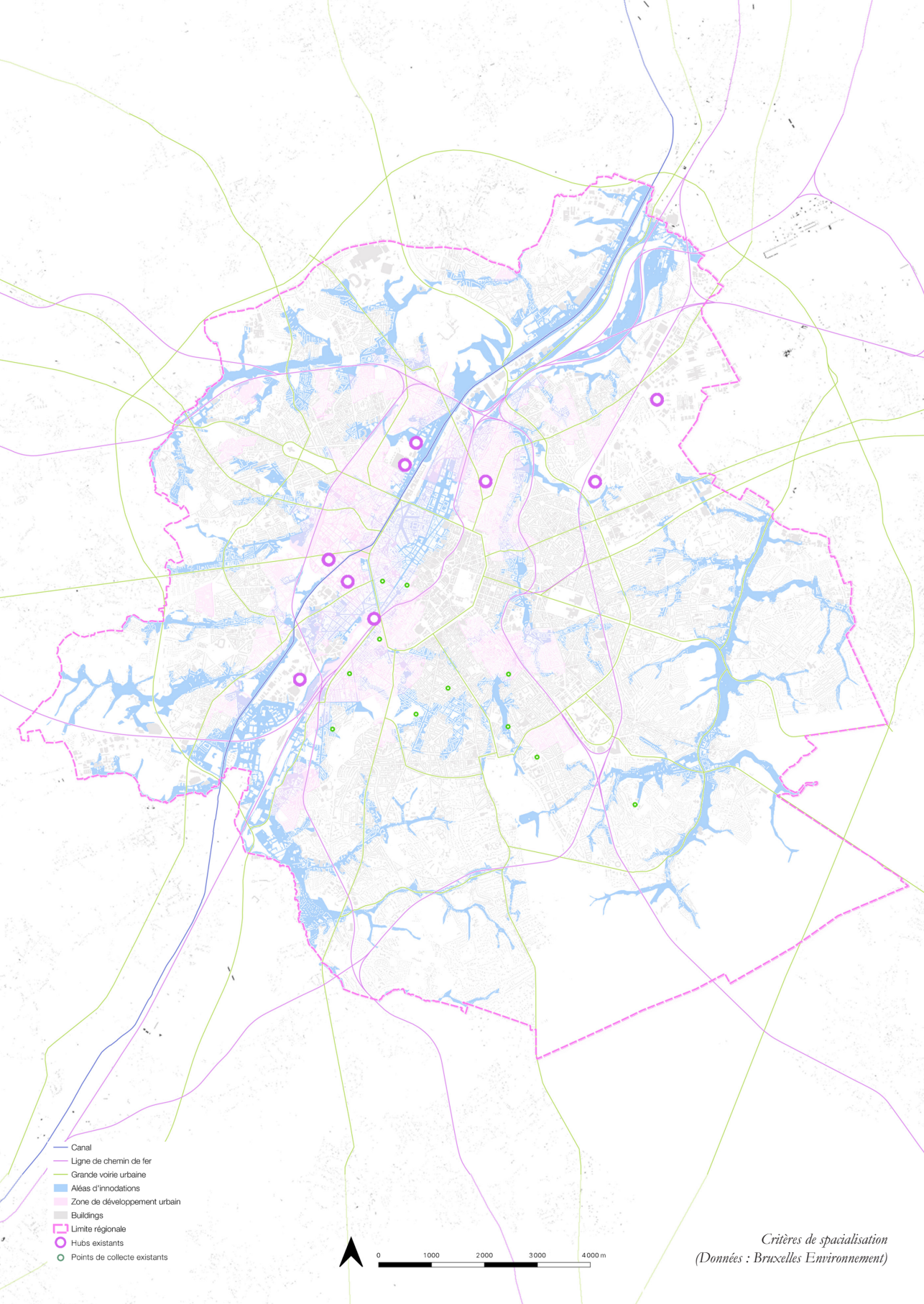


Synergie – mise en réseau

Il est essentiel de sélectionner des sites où les infrastructures logistiques sont insuffisantes. En identifiant les zones sous-dotées en hubs logistiques existants, il devient possible de les implanter stratégiquement pour réduire les trajets superflus et garantir une couverture efficace sur l'ensemble de la région bruxelloise.



- Buildings
- Limite régionale
- Hubs existants
- Points de collecte existants



- Canal
- Ligne de chemin de fer
- Grande voirie urbaine
- Aéas d'inondations
- Zone de développement urbain
- Buildings
- Limite régionale
- Hubs existants
- Points de collecte existants



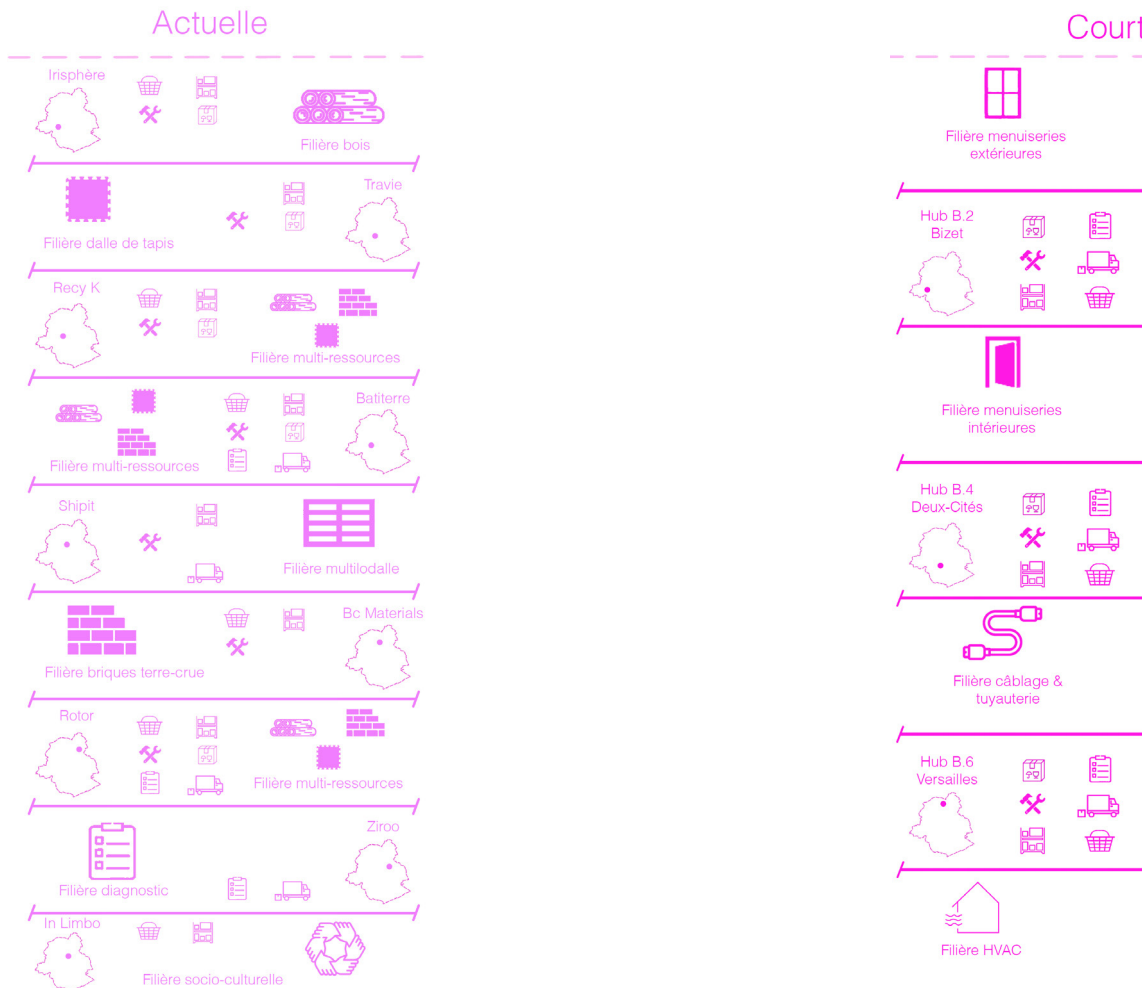
Critères de spacialisation
(Données : Bruxelles Environnement)

2.2.2 SCÉNARIO D'IMPLANTATION

Une fois les critères de spécialisation définis, ces infrastructures vont s'implanter concrètement via deux stratégies temporelles : à court terme (horizon 2030) et à long terme (horizon 2050).

Stratégie à court terme

À court terme, ces hubs s'inscriront dans une démarche proactive visant à accompagner le développement urbain de manière méthodique et ponctuelle. Cette approche consiste à créer de nouvelles filières ou à soutenir celles déjà existantes, en se basant sur les études du métabolisme urbain bruxellois présentées dans la première partie¹². Ils interviendront notamment dans les zones de revitalisation urbaine et les contrats de quartiers durables, qui promettent de libérer des gisements de matériaux conséquents dans les années à venir. En soutenant ces initiatives locales, les hubs contribueront à la collecte et au réemploi des matériaux issus des projets de développement urbain en cours.



12 Voir page 30-31

Stratégie à long terme

Si l'hypothèse d'évolution du métabolisme urbain se concrétise et que le réemploi se développe pour devenir le catalyseur majeur de cette transition, alors une deuxième stratégie encore plus ambitieuse, devient envisageable. Elle se concentrera sur l'exploitation des futures filières potentielles tout en renforçant et optimisant les structures et processus déjà en place.

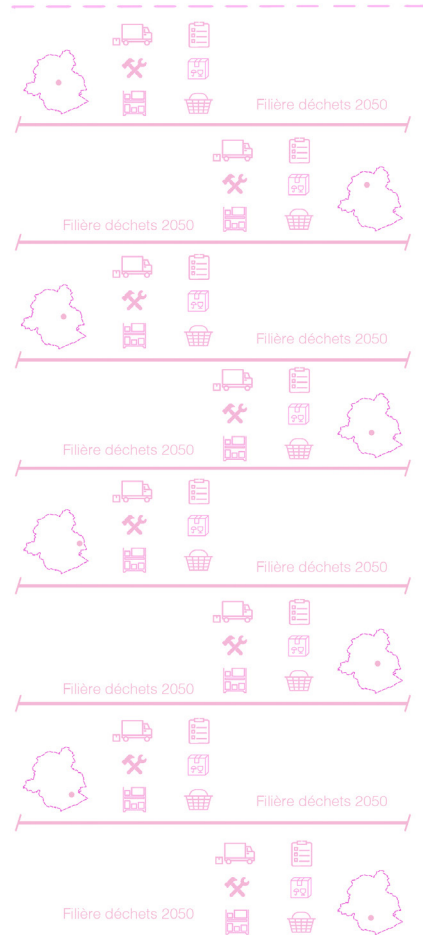
À long terme, cette stratégie d'implantation adoptera une approche itérative et progressive. L'objectif sera de déployer ces hubs en complément des plateformes existantes, en créant des filières dédiées aux déchets projetés d'ici 2050, tels que le plâtre, l'isolant et le béton¹³. Cette démarche vise à capturer les gisements associés à la rénovation urbaine bruxelloise.

Cette implantation évolutive se veut exhaustive, visant à couvrir l'ensemble de la région bruxelloise pour maximiser la capture des matériaux réutilisables. En superposant et en ajoutant ces nouveaux hubs aux infrastructures existantes, la région se doterait progressivement d'une infrastructure robuste, justement dimensionnée et adaptable pour répondre aux besoins changeants de la ville et de ses habitants.

Long terme



Long terme



¹³ Voir page 31

Points de collectes

En complément à ces hubs, l'implantation des points de collecte se veut complète et **visé à couvrir de manière optimale la région de Bruxelles**. Ces derniers s'implanteraient de manière progressive et en coordination avec les autres plateformes. L'objectif est de garantir que chaque quartier dispose d'un accès facile à des services de collecte et de réemploi des matériaux. Compte tenu de la pression foncière actuelle, il est essentiel de **mutualiser** les points de collecte avec d'autres services existants pour optimiser l'utilisation de l'espace disponible.

Ainsi, les points de collecte seront intégrés avec d'autres services tels que, les matériauthèques et les infrastructures scolaires, créant des synergies bénéfiques pour les communautés locales. De plus, ces points de collecte pourront être installés dans des lieux variés et polyvalents comme les repairs-cafés, où les habitants peuvent non seulement déposer des matériaux mais aussi apprendre à les réparer, ou encore dans des bâtiments mixtes qui combinent différentes fonctions et services.

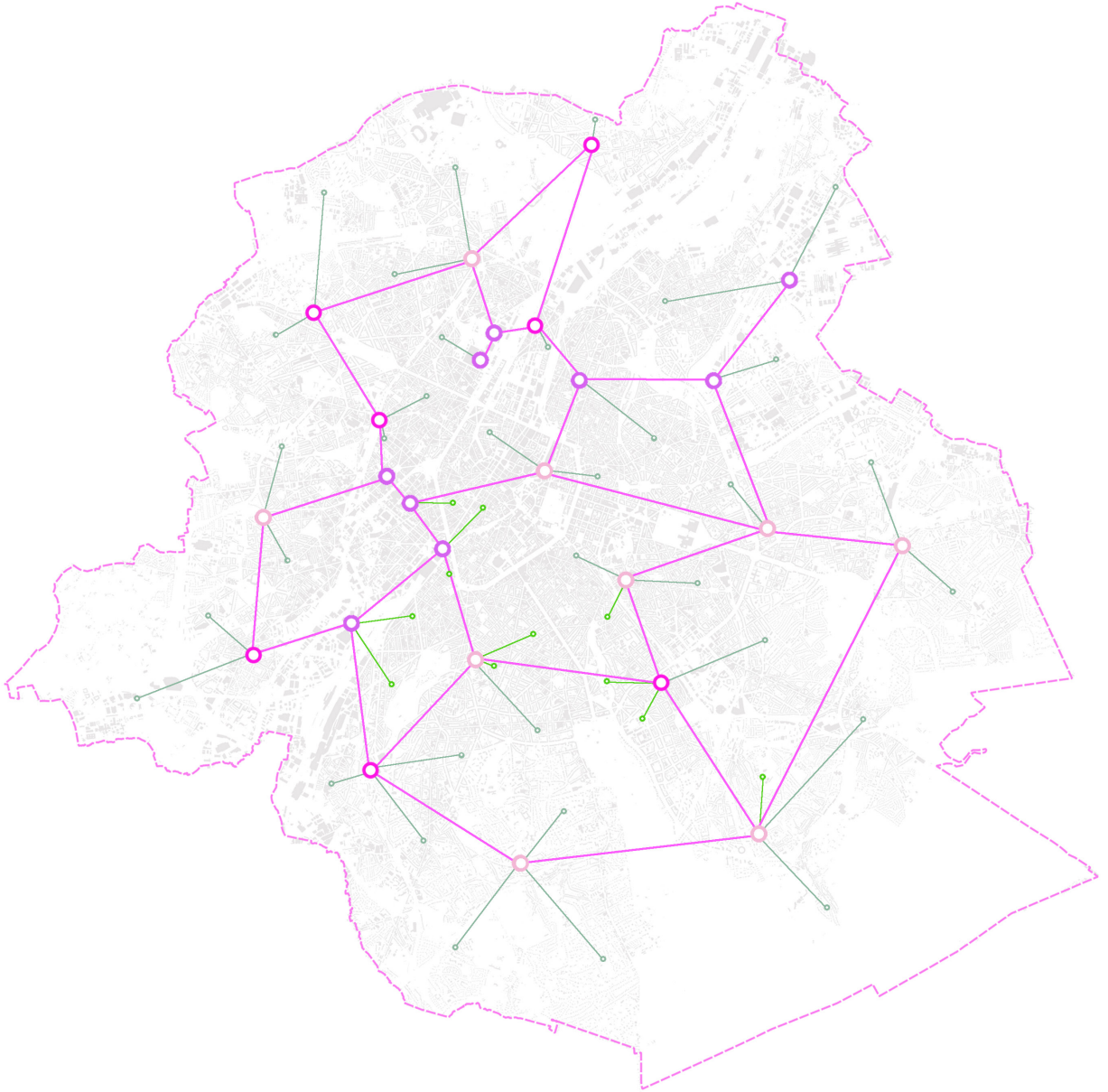
Cette approche de mutualisation et d'intégration permet d'optimiser l'utilisation de l'espace urbain, rendant les services de collecte et de réemploi des matériaux **plus accessibles aux habitants**, tout en sensibilisant les citoyens à ce secteur.

Conclusion

Ces stratégies ont pour objectif d'accompagner le réemploi dans la transition du métabolisme urbain au cours des prochaines années. Elles répondent aux défis spatiaux et logistiques du réemploi en **augmentant et en adaptant les espaces de stockage selon la demande**, permettant ainsi de travailler sous des flux plus tendus. En misant sur la résilience et l'adaptabilité, elles montrent une conscience des **fluctuations potentielles** entre l'offre et la demande à long terme, notamment après la vague de rénovation que traverse la région bruxelloise dans les années à venir.

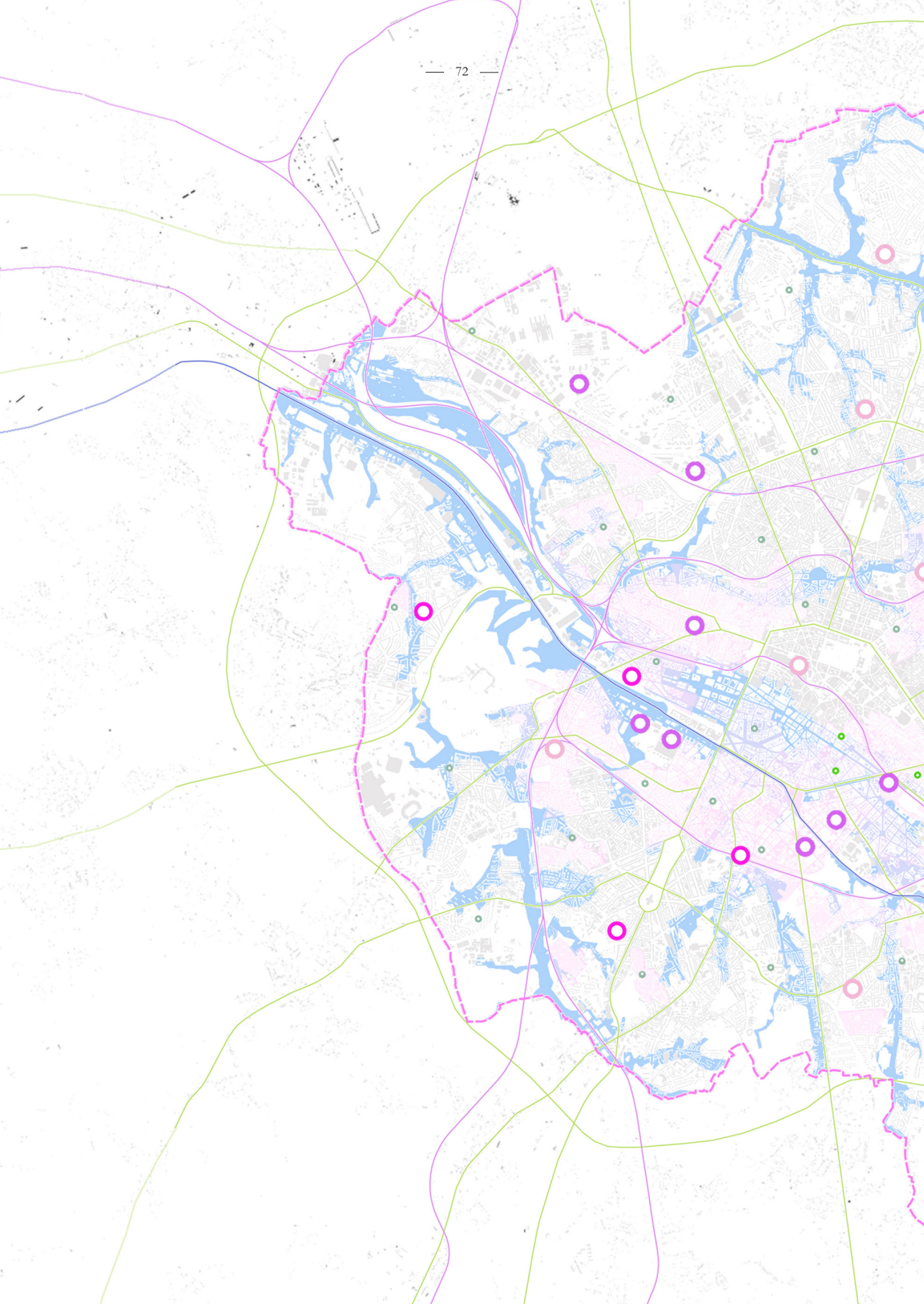
En augmentant les espaces de stockage, on améliore l'organisation et la gestion des matériaux collectés, réduisant ainsi leur risque de détérioration sur chantier et maximisant ainsi leur potentiel de réemploi. Cette augmentation permet également **la captation de gros gisements** et permet de travailler avec **des flux plus tendus**, optimisant ainsi les processus logistiques et réduisant les délais entre la collecte, le tri et la réutilisation des matériaux.

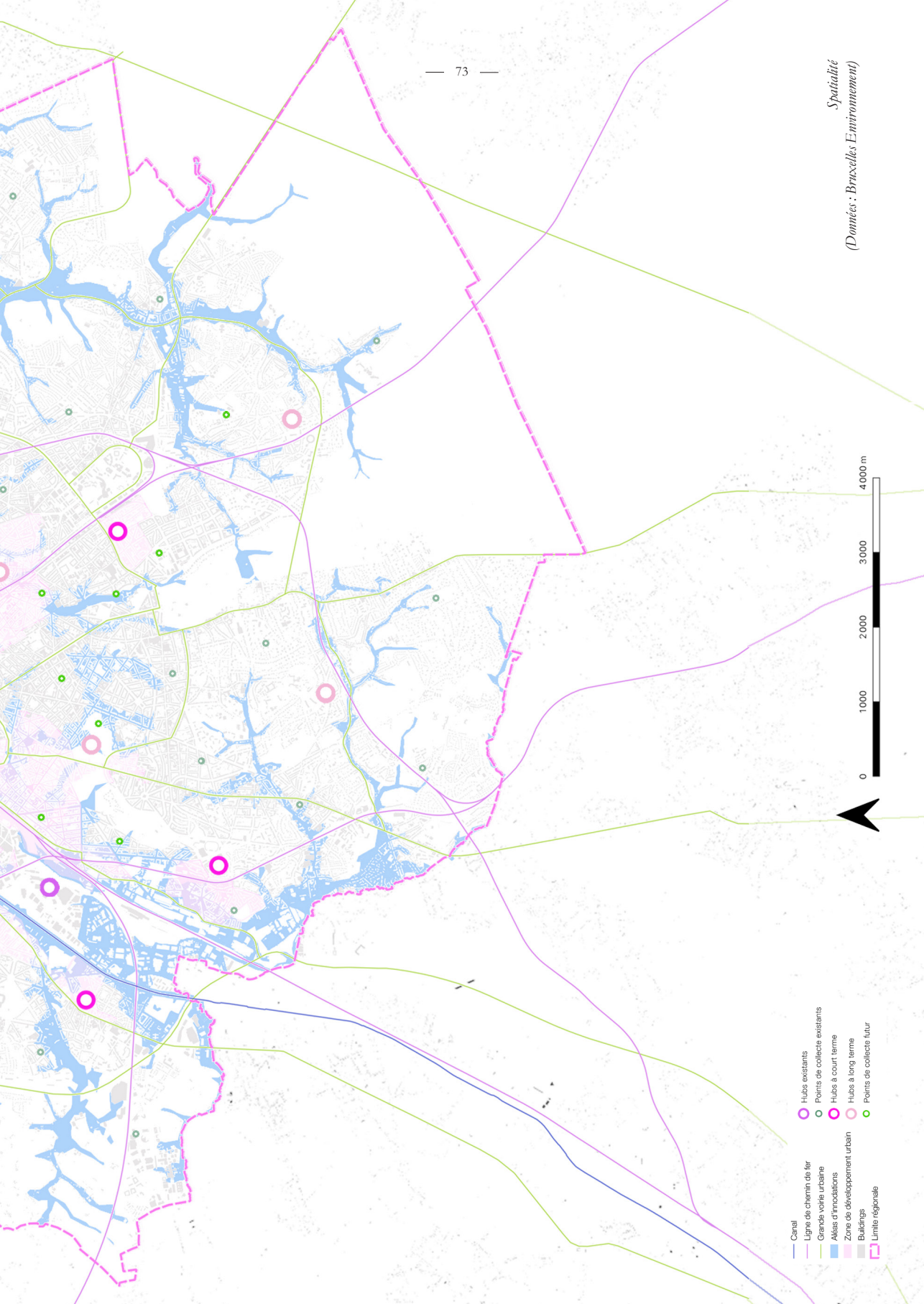
De plus, en intégrant les hubs spécialisés et les points de collecte avec d'autres services communautaires, ces stratégies favorisent une approche collaborative et inclusive, tout en sensibilisant la communauté à l'importance du réemploi. Elles stimulent également la création d'emplois spécialisés et le développement économique local.



- Hubs existants
- Points de collecte existants
- Hubs à court terme
- Hubs à long terme
- Points de collecte futur







- Canal
- Ligne de chemin de fer
- Grande voirie urbaine
- Aires d'innodations
- Zone de développement urbain
- Buildings
- Limite régionale
- Hubs existants
- Points de collecte existants
- Hubs à court terme
- Hubs à long terme
- Points de collecte futur



MEULEBEECK

Entre du Rivage

3. CAS D'ÉTUDE : « PARC OUEST ; MOLENBEEK »

3.1 MOLENBEEK

3.1.1 HISTOIRE

L'histoire de Molenbeek remonte au Moyen Âge, lorsqu'il était un humble village rural aux portes de "La Bruxelles Médiévale". Le nom de Molenbeek, d'origine néerlandaise, émerge de "molen", signifiant "moulin", et "beek", traduisant "ruisseau". Cette dénomination trouve son origine dans le cours d'eau du même nom, affluent de la Senne, qui coulait à ciel ouvert à cette époque, désormais vouté. Jusqu'au XIII^e siècle, Molenbeek prospère en tant que fournisseur agricole de Bruxelles, mais son annexion par la capitale entraîne la perte de la grande majorité de ses terres et de son autonomie.¹⁴

Au XVIII^e et au XIX^e siècle, Molenbeek entame une phase de développement remarquable, grâce à l'essor du commerce et de l'industrie, qui donne lieu une croissance démographique significative. Les ouvriers affluent vers la commune, attirés par les opportunités d'emploi offertes par les industries chimiques et textiles en plein essor. La construction du canal entre Bruxelles et Charleroi en 1832 amplifie encore davantage le développement industriel de Molenbeek, avec l'augmentation du trafic de charbon et l'essor des fonderies, des entreprises d'ingénierie et de la métallurgie.

Ce passé industriel glorieux vaut à la commune le surnom de "petite Manchester belge"¹⁵, à l'époque où Bruxelles se tenait en deuxième position en termes d'industrialisation, juste derrière la ville anglaise. Cependant, après la Seconde Guerre mondiale et avec déclin industriel progressif, la population ouvrière d'origine belge quitte la commune, laissant place à une vague de migrations étrangères.

L'évolution de Molenbeek a façonné son tissu urbain de manière singulière, caractérisé par sa diversité, créant ainsi une atmosphère cosmopolite et dynamique. Cependant, au travers de son histoire, la commune a su maintenir une partie de son héritage industriel, ajoutant ainsi une dimension historique à la contemporanéité du territoire.

¹⁴ https://canal.brussels/sites/default/files/documents/Molenbeek_MoMuse_DossierDePresse.pdf

¹⁵ Molenbeek : le petit Manchester – La Fonderie. (2020, 13 mai). <https://www.lafonderie.be/2020/05/13/molenbeek-le-petit-manchester/>



3.1.2 SITUATION ACTUELLE

Molenbeek-Saint-Jean, situé à l'ouest de Bruxelles, couvre 589 hectares entre la vallée de la Senne et les quartiers environnants. Bordée par plusieurs communes, elle partage ses frontières avec Laeken, Jette, Koekelberg, et Berchem-Sainte-Agathe au nord, le canal à l'est, Anderlecht au sud, et Dilbeek à l'ouest. Les 12 quartiers, incluant les parcs du Scheutbos et Marie-José, sont délimités par des voies ferrées, le canal, et des routes principales telles que la chaussée de Gand et le boulevard Léopold II.¹⁶

La commune présente une diversité géographique et urbaine. À l'est, entre le canal et la Gare de l'Ouest, se trouvent des quartiers densément peuplés, souvent avec des logements anciens et des projets de rénovation urbaine en cours. À l'opposé, à l'ouest, des quartiers comme Hôpital Français et Karreveld, urbanisés après la Seconde Guerre mondiale, offrent une plus grande variété architecturale, avec des immeubles d'appartements et des maisons mitoyennes entourés par des espaces verts comme le plateau du Scheutbos.

Dynamique et diversifiée, la population de Molenbeek-Saint-Jean se caractérise par une variété démographique marquée. Avec environ 96 000 habitants répartis dans près de 42 000 logements, les quartiers du bas, où la densité de population est particulièrement élevée, abritent une population plus jeune, tandis que l'ouest connaît un vieillissement relatif. Cette répartition démographique influence directement le marché du travail local, car malgré la densité, le nombre d'habitants en âge de travailler reste relativement faible dans la plupart des quartiers [IBSA, 2023].

La situation économique précaire se reflète dans les revenus modestes des ménages, surtout dans le vieux Molenbeek, où le revenu moyen est de 18 000 euros ou moins par an [IBSA, 2023]. Cette réalité économique est exacerbée par un taux de chômage élevé, particulièrement marqué dans les quartiers du bas, où plus d'un tiers de la population active est sans emploi. Le chômage de longue durée, en particulier chez les jeunes, demeure une préoccupation majeure.

Comme énuméré précédemment, après la Seconde Guerre mondiale, la commune a connu un déclin progressif de sa population d'origine, laissant place à une importante vague migratoire d'origine étrangères. Ce flux a contribué de manière significative à la croissance démographique de la commune. Aujourd'hui, les quartiers de Molenbeek-Saint-Jean accueillent toujours une proportion importante de populations issues des migrations récentes, les plaçant parmi les zones les plus marquées par la précarité économique de la région. Cependant, Molenbeek-Saint-Jean reste un lieu d'attraction pour de nombreux nouveaux arrivants, tant belges qu'étrangers, enrichissant la diversité de la commune.

¹⁶ <https://www.molenbeek.irisnet.be/fr/fichiers/developpement-urbain/diagnostic-compresse-partie-1.pdf>

3.1.3 PARC OUEST

Le **périmètre** du Parc de l'Ouest s'étend sur deux quartiers situés à l'est et à l'ouest du réseau ferroviaire, entre la gare de l'Ouest et la station de métro Osseghem. Cette zone est actuellement marquée par des terrains en friche et des espaces vagues, qui forment une barrière physique entre les quartiers. À l'est, le tissu urbain est plutôt traditionnel, constitué majoritairement de maisons basses et d'immeubles de rapport, datant du 19^e siècle, tandis qu'à l'ouest, le paysage est dominé par des blocs d'appartements plus récents.

Le Parc de l'Ouest s'inscrit dans le cadre d'un **Contrat de Quartier Durable (CQD)**¹⁷, un outil urbanistique visant à revitaliser des quartiers spécifiques en améliorant la qualité de vie des résidents. Ce contrat mobilise des ressources et des initiatives pour répondre aux besoins sociaux, économiques et environnementaux de la communauté. L'objectif du CQD autour du Parc de l'Ouest est de créer un espace vert de qualité qui servira de poumon vert pour les quartiers environnants, tout en intégrant des mesures pour renforcer la cohésion sociale du quartier. En travaillant en complémentarité avec le Contrat de Rénovation Urbaine "Gare de l'ouest" (CRU 3)¹⁸, le CQD aspire à éliminer les terrains en friche et à améliorer la cohésion urbaine, en offrant aux habitants des infrastructures et des services améliorés.

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéressons à trois projets clés issus du programme du CDQ pour la réalisation du cas d'étude.¹⁹

Tout d'abord, nous analysons la friche localisée au-dessus de la passerelle Beekant, sur le côté droit de la voie ferrée. Ce terrain, resté en friche pendant de nombreuses années, est destiné à être réaménagé, dans le cadre du CDQ, en **un parc** accessible à tous les habitants du quartier. Actuellement, cette zone est utilisée de manière temporaire comme parc éducatif, offrant un espace de découverte et d'apprentissage. Cependant, cette utilisation provisoire ne répond pas pleinement aux attentes et aux besoins des résidents.

Deuxièmement, nous nous penchons sur la rue Vandenpeereboom. À ce jour, cette rue n'a pas encore bénéficié de travaux d'amélioration. Elle est **peu qualitative** et est souvent encombrée par un trafic intense. Cette dernière manque également de ralentisseurs et de passages piétons, compromettant la sécurité des usagers "faibles". De plus, il est prévu que la piste cyclable "cyclostrade C28", reliant Schaerbeek à Anderlecht, passe par cette rue.²⁰

Enfin, nous explorons l'implantation **d'un immeuble à usage mixte** en face du parc de l'Ouest. Dans ce projet ambitieux, il est actuellement prévu d'intégrer au rez-de-chaussée un espace dédié à des activités, promouvant l'économie durable et la réutilisation des ressources. Il est prévu de consacrer les étages supérieurs à du logement, offrant une mixité fonctionnelle et répondant aux besoins résidentiels croissants.

¹⁷ <https://www.molenbeek.irisnet.be/fr/je-vis/developpement-urbain/contrats-de-quartier-durable>

¹⁸ CRU établis par PTArchitecten

¹⁹ CDQ établis par les bureaux Taktyk; Alive et 1010

²⁰ Bma.brussels : <https://bma.brussels/app/uploads/2022/04/FACTSHEET-C28.pdf>

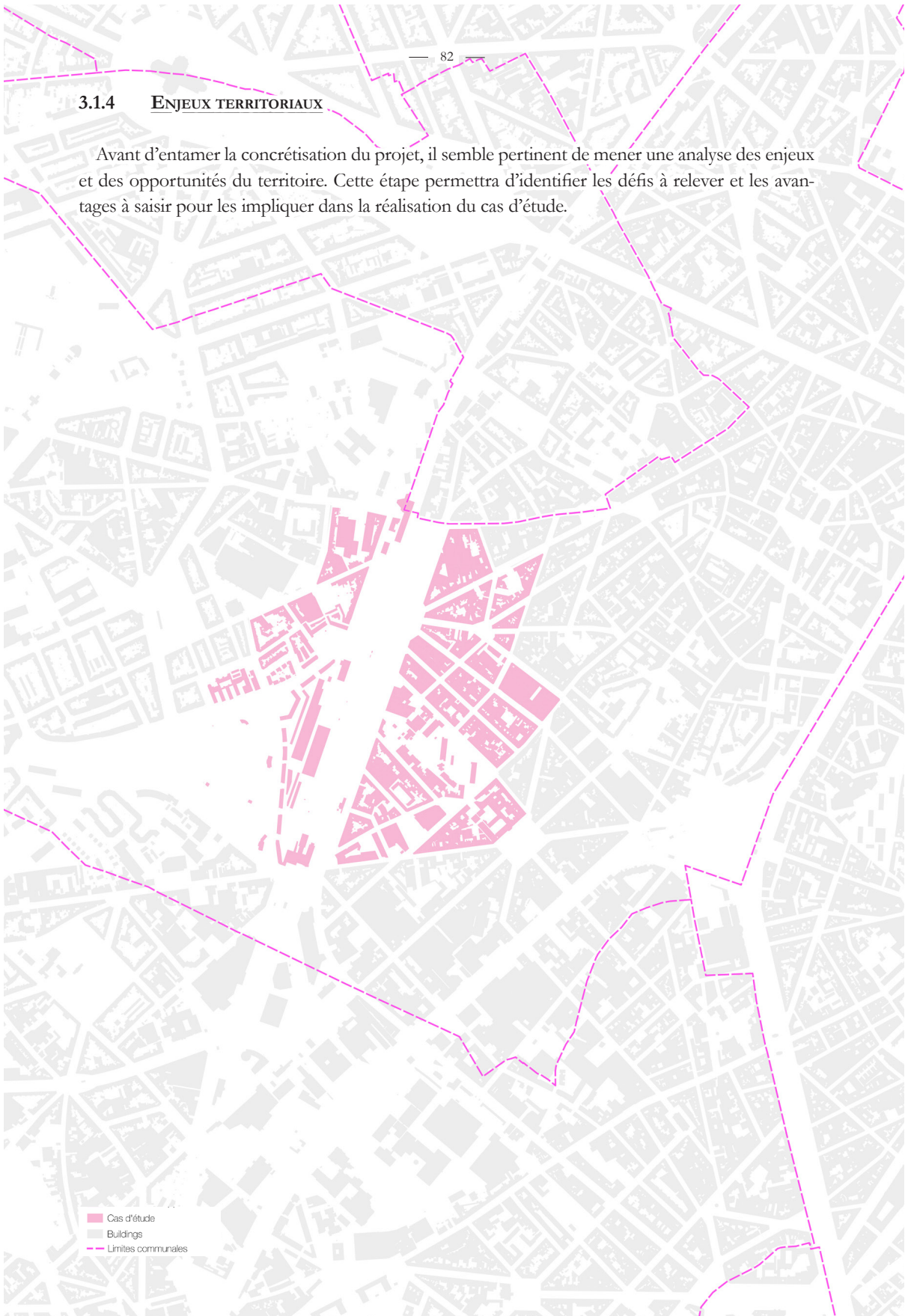






3.1.4 ENJEUX TERRITORIAUX

Avant d'entamer la concrétisation du projet, il semble pertinent de mener une analyse des enjeux et des opportunités du territoire. Cette étape permettra d'identifier les défis à relever et les avantages à saisir pour les impliquer dans la réalisation du cas d'étude.



Précarité socio-économique

À Molenbeek-Saint-Jean, la précarité économique et sociale constitue l'un des principaux défis territoriaux. Le chômage et la pauvreté touchent particulièrement les habitants, en particulier les jeunes, dans les quartiers les plus anciens et les logements sociaux. Ce phénomène est exacerbé par le manque d'emplois qualifiés et rémunérateurs, ainsi que par des difficultés d'insertion professionnelle dues à des problèmes linguistiques et à la discrimination à l'embauche. [IBSA, 2023].

- 
- Cas d'étude
 - Buildings
 - - - Limites communales
 - Espaces socio-économiquement faible

Espaces verts

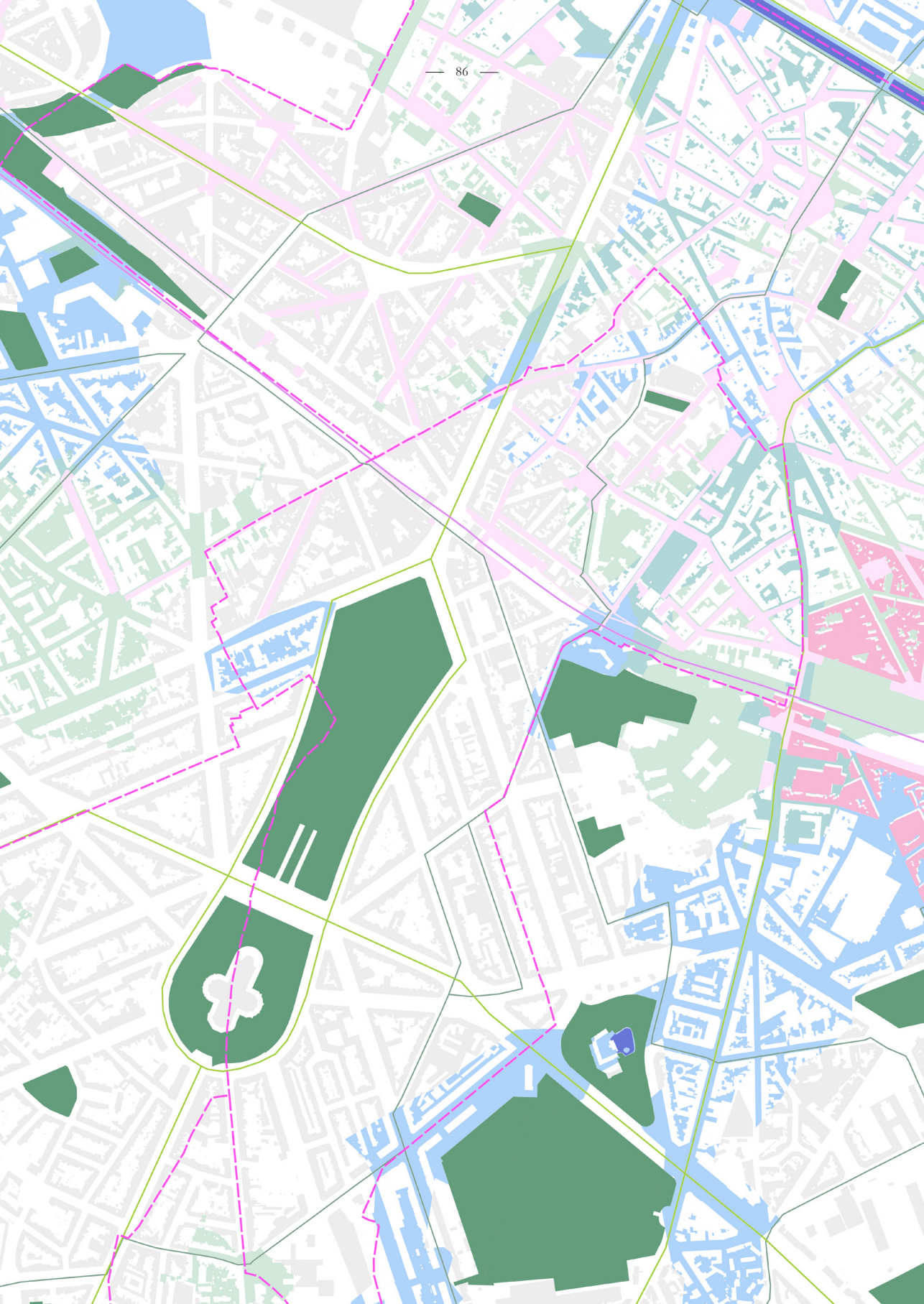
Mis à part les quartiers proches du Scheutbos et du parc Mari-José, une grande partie de la commune se trouve dans des zones de carence en espaces verts. Cette situation limite l'accès des habitants à des lieux de détente et de loisirs en plein air, ainsi qu'à des espaces de biodiversité bénéfiques pour la santé et le bien-être. Dans ce quartier extrêmement dense et bétonné de Bruxelles, le manque d'espaces verts est particulièrement préoccupant. Cette carence aggrave les inégalités environnementales et constitue un défi supplémentaire pour l'amélioration de la qualité de vie dans la commune.

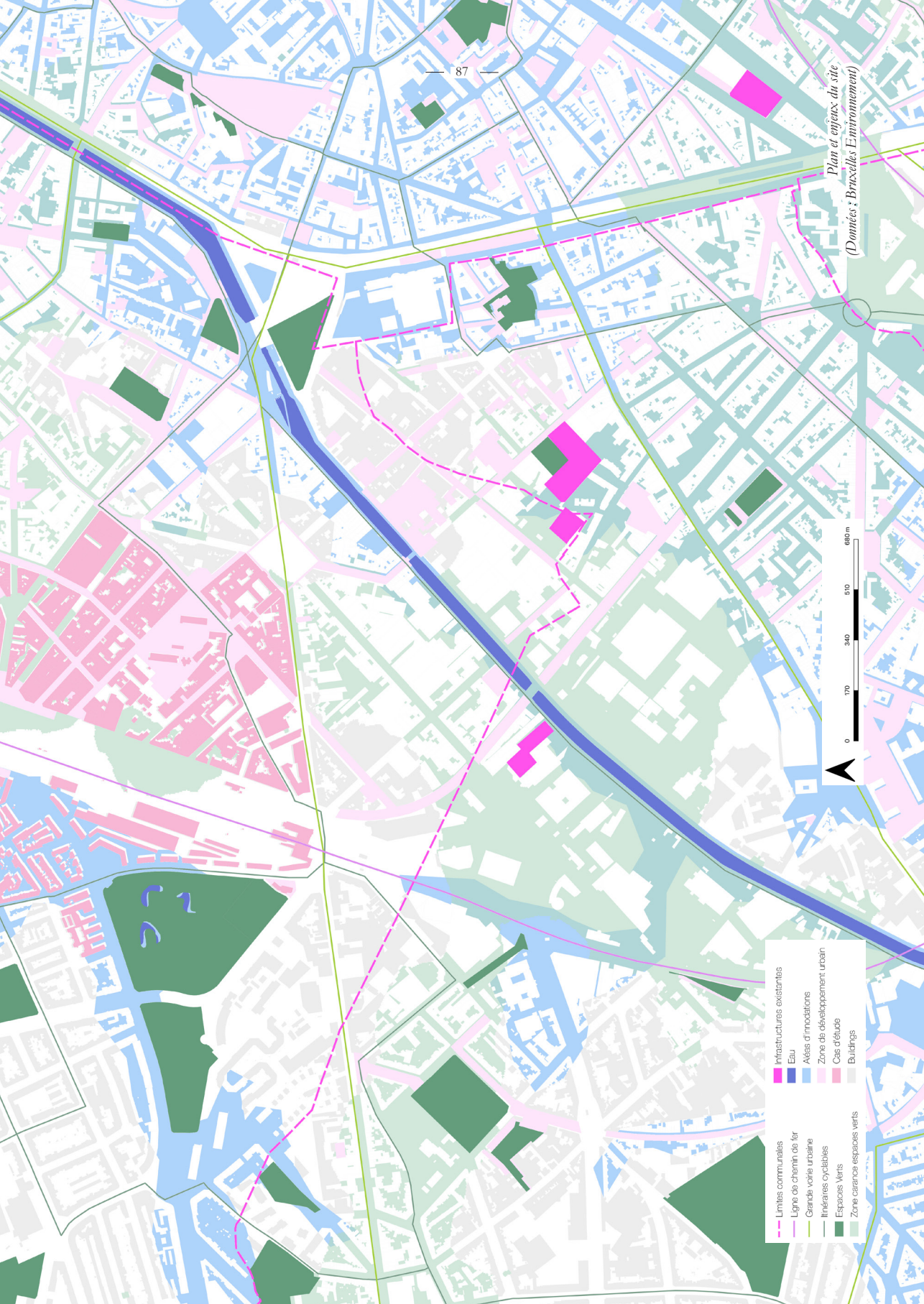
- 
- The map displays a dense urban grid of Brussels. A central area is highlighted in pink, representing the study case. Dark green patches indicate existing green spaces, while light green areas represent zones with a deficit of green spaces. Buildings are shown in light grey. A dashed pink line outlines the study area. A legend in the bottom left corner identifies these elements.
- Cas d'étude
 - Buildings
 - Espaces Verts
 - Zone carance espaces verts

Rénovation urbaine

Molenbeek-Saint-Jean est une commune historiquement industrialisée, notamment le long du canal, où l'aménagement de l'espace public est complexe en raison des activités économiques pré-existantes. La reconversion des friches industrielles pose également des défis. De plus, la grande majorité des logements sont anciens et nécessitent une rénovation. La question de la rénovation du bâti est surtout prédominante dans les zones de revitalisation urbaine et de contrats de quartiers durables où, ces dynamiques de développement devrait, à moyen terme, libérer une grande quantité de matériaux.







- Limites communales
- Ligne de chemin de fer
- Grande voirie urbaine
- Itinéraires cyclables
- Espaces Verts
- Zone carènes espaces verts
- Infrastructures existantes
- Eau
- Aires d'implantations
- Zone de développement urbain
- Cae d'étude
- Buildings

3.2 FIGURE DE PROJET

3.2.1 DESCRIPTION DU PROJET

Le projet vise à implanter deux infrastructures stratégiques au cœur du quartier de Parc Ouest. Ces dernières s'intègrent dans la création du réseau régional de hubs qui a pour objectif d'établir, dans cette zone, une de ces plateformes logistiques ainsi qu'un relais local sous forme de point de collecte dans cette zone. Le projet vise également à répondre aux besoins et enjeux du territoire identifiés précédemment.

La première infrastructure à mettre en place est un hub spécialisé dans la gestion et le réemploi des éléments de menuiserie extérieure. Situé judicieusement sur une friche voisine de la voie ferrée, cette plateforme sera un pivot central pour la réception, le stockage, le traitement et la distribution de ces produits, dynamisant ainsi l'activité économique locale.

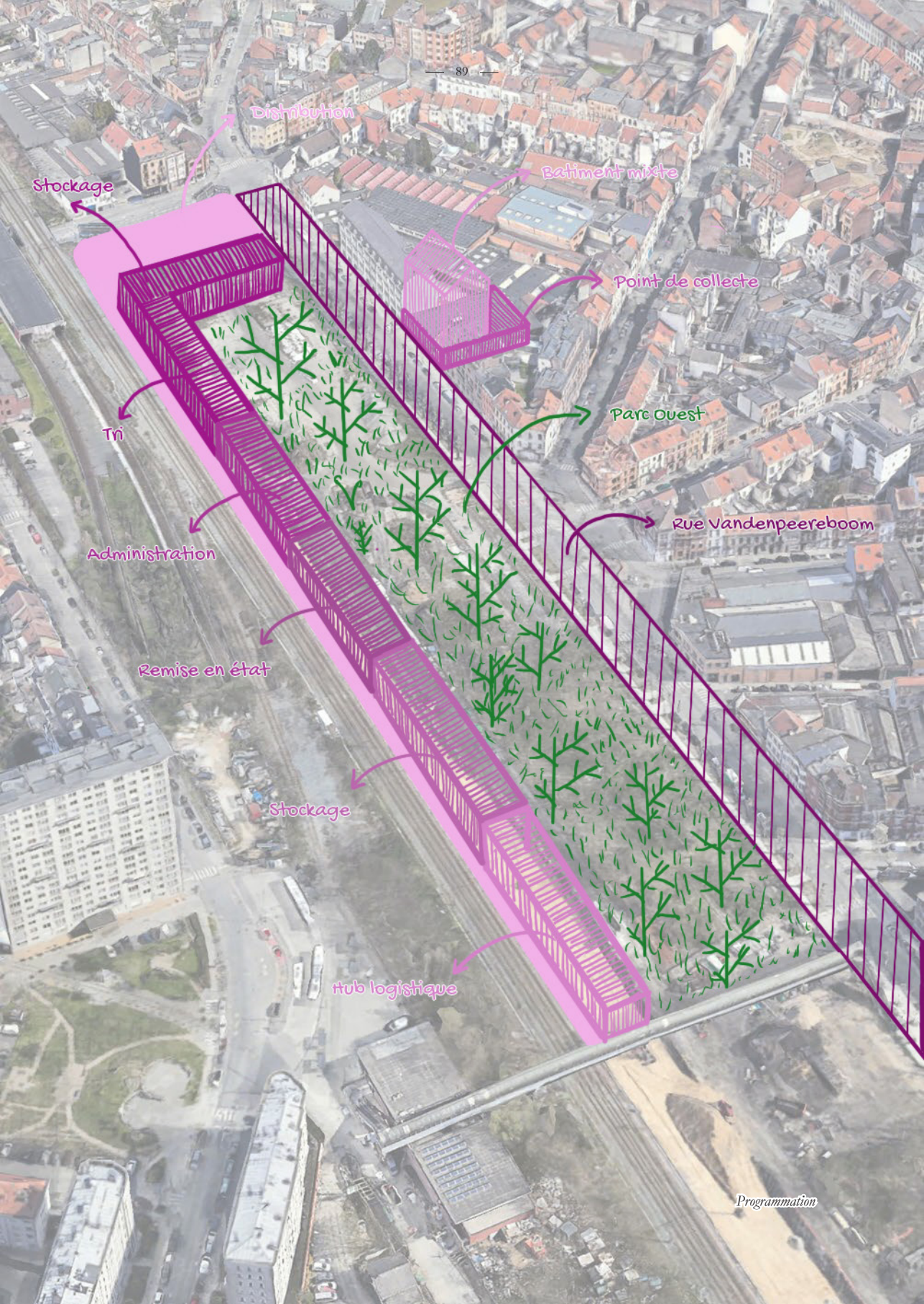
La seconde infrastructure consiste en un point de collecte dédié aux biens des particuliers. En offrant un lieu centralisé où les résidents peuvent déposer leurs articles destinés au réemploi, ce lieu favorisera non seulement la réduction des déchets, mais encouragera également l'adoption de pratiques environnementales responsables au sein de la communauté locale.

Il est essentiel d'examiner attentivement **l'intégration de ces infrastructures et leur relation avec la rue et le quartier environnant**, en prenant en compte des impacts potentiels sur le confort et la qualité de vie des habitants. La présence de ces infrastructures pourrait générer du trafic et du bruit, aggravant ainsi les conditions du quartier et de la rue parallèle, déjà peu qualitative.

Par conséquent, il est crucial de **repenser le fonctionnement et la typologie de la rue** afin de la rendre plus sûre pour la mobilité douce et plus agréable à vivre, permettant également une meilleure intégration des nouvelles infrastructures en lien avec le nouveau modèle de quartier. De plus, un parc sera implanté sur la friche adjacente au hub. La végétation du parc sera massivement conservée afin de jouer son rôle de barrière naturelle, réduisant les nuisances sonores et camouflant subtilement le centre. Cette implantation sera bénéfique pour Parc Ouest, offrant un espace vert qui améliorera grandement le cadre de vie des résidents.

Au vu de la pression foncière, la mutualisation des espaces s'avère pertinente, comme illustrée par l'intégration du parc et du hub dans la friche. **Le point de collecte** sera mutualisé et intégrera **un repair café²¹ ainsi que des logements aux étages supérieurs**. Ces aménagements créeront des espaces polyvalents et conviviaux pour les résidents, renforçant par la mixité fonctionnelle, le lien social et la convivialité. Le repair café, en particulier, offrira un lieu de rencontre et d'échange, promouvant des pratiques de réparation et de réutilisation, tout en créant une synergie positive avec le point de collecte adjacent.

²¹ Atelier consacré à la réparation d'objets et organisé à un niveau local



Stockage

Distribution

Batiment mixte

Point de collecte

Parc ouest

Rue vandenpeereboom

Tri

Administration

Remise en état

Stockage

Hub logistique

3.2.1 OBJECTIFS DU PROJET

Les objectifs du projet sont multiples et s'entrelacent pour répondre efficacement aux besoins du territoire de Molenbeek et aux défis identifiés à l'échelle régionale. Premièrement, l'implantation de ces hubs logistiques vise à contribuer aux **enjeux spatial et logistique** du réemploi énumérés lors de la première partie.

De plus, ce projet ambitionne de **relever les défis territoriaux** spécifiques rencontrés par la commune, notamment en favorisant l'emploi local et en captant les futurs gisements. L'implantation du parc adjacent au hub répond également à la carence en espaces verts dans la région, participant ainsi à l'amélioration de la qualité de vie des habitants et au développement de la biodiversité en ville.

Ce projet a donc pour ambition de transcender les simples infrastructures pour devenir un moteur de développement durable et de cohésion sociale dans le quartier de Parc Ouest, démontrant ainsi l'importance de lier les objectifs économiques, environnementaux et sociaux pour construire un avenir plus résilient et inclusif.

3.3 PARC OUAIS'T

Hub

Dans le premier rapport programmatique du Contrat de quartier durable, il était proposé de rénover et transformer l'ancienne halle SITOMECA en une banque de matériaux et un centre de formation pour des activités économiques ou de recyclage. Cette structure représentait une véritable opportunité dans un quartier où de nombreuses opérations de rénovation étaient prévues. Cependant, cette idée n'a pas été développée dans les rapports suivants

Le projet de hub s'appuie sur ce diagnostic, en partant de l'hypothèse que le renouveau du quartier devrait, dans les prochaines années, générer des quantités importantes de matériaux. Cependant, plutôt que de s'implanter dans l'ancienne halle Sitomeca, le hub s'établira sur la friche adjacente au chemin de fer, ce lieu offre un espace plus vaste et adéquat à l'élaboration de la plateforme.

Le hub se déploie donc longitudinalement depuis la passerelle Beekant jusqu'à la chaussée de Gand. Les matériaux seront ainsi acheminés depuis cette dernière vers la zone de déchargement située en amont du hub. Ils seront ensuite stockés temporairement et triés selon leur nature et leur état. Les matériaux non spécifiques à la plateforme seront redirigés vers les infrastructures appropriées, tandis que ceux en mauvais état seront restaurés dans l'espace dédié. Les matériaux en bon état, ou réparés, seront ensuite stockés dans les espaces situés en aval du hub. Le hub comprend également un espace administratif, facilitant la gestion et la coordination des opérations, ainsi qu'un centre de formation lié au point de collecte, qui promeut l'insertion professionnelle et renforce les compétences locales.

L'intention principale de ce projet est **d'assurer la résilience et l'adaptabilité du hub** en anticipant les évolutions potentielles du métabolisme urbain et de gestion des flux de matériaux. Si les hypothèses émises précédemment se concrétisent, la proximité du hub par rapport au chemin de fer permettra d'utiliser cette infrastructure de manière optimale, sous réserve de l'ajout d'un quai de déchargement. Cette connexion directe au réseau ferroviaire facilitera le transport des matériaux, réduira certains coûts logistiques et minimisera l'empreinte carbone.

De plus, **la conception réversible et modulaire** de la plateforme est cruciale, car elle permet de réagir rapidement aux variations des flux de matériaux, que ces derniers augmentent ou diminuent. En utilisant des structures en bois démontables et des éléments métalliques pour les couvertures en polycarbonate, le hub peut être **modifié et adapté selon les besoins**.

En effet, cette flexibilité structurelle permet de démonter certaines trames pour ouvrir ou fermer l'espace en fonction de l'utilisation. En période de faible activité, le hub peut ainsi s'ouvrir sur le parc adjacent, créant une continuité entre l'espace de travail et l'espace public. Cette capacité d'ouverture permet non seulement d'optimiser l'utilisation de l'espace, mais aussi d'améliorer l'interaction avec la communauté locale. Le **hub intégré au parc** devient alors un espace public dynamique, favorisant les interactions sociales et l'engagement communautaire.



Ambiance hub



Parc Ouest

Le contrat de rénovation urbaine prévoit l'aménagement du parc de l'Ouest en deux phases, l'une temporaire et l'autre permanente.

La première phase d'aménagement a déjà été réalisée par l'ASBL Toestand, qui a construit un pavillon temporaire offrant un espace couvert et des sanitaires pour l'organisation d'activités locales, de détente ou sportives. Il fait la part belle au réemploi et à l'économie locale. En effet, la plupart des matériaux et éclairages proviennent de ressourceries molenbeekoises. De plus, ce pavillon est conçu pour être flexible, car il est démontable et modulaire. Lorsque les travaux de réaménagement du parc débiteront, le pavillon pourra facilement être déplacé et remonté sur un autre site. Cette phase de transition permet l'expérimentation et l'évolution des activités pour mieux cibler les besoins et les demandes des citoyens.

Dans le cadre de l'étude de cas, le projet s'attèle à la réalisation du parc pour sa seconde phase, afin de mettre en lien les nouvelles infrastructures du quartier avec ce dernier. Celle-ci devrait débiter à partir de 2026, dans le cadre du troisième contrat de rénovation urbaine. L'objectif de ce parc est de **réduire les inconforts que le hub pourrait occasionner**, notamment en termes de bruit et de trafic. L'intention est de créer un havre de paix pour les habitants de ce quartier souvent soumis à un environnement bruyant et situé dans une zone de carence en espaces verts.

La proposition vise principalement à **revégétaliser** cet espace précédemment occupé par des infrastructures industrielles, qui aujourd'hui forme une friche bétonnée et peu qualitative. Actuellement, la nature y est peu présente, et il est crucial de renforcer la biodiversité dans cette zone. En intégrant des espaces verts et en augmentant la végétation, on peut améliorer la qualité de vie des résidents, créer des habitats pour la faune et la flore locales, et offrir des zones de détente et de loisirs pour les citoyens.



Ambiance rue Vandenpeereboom

Rue Vanderpeereboom

Dans le cadre de ce projet, la réhabilitation de la rue Vanderpeereboom est nécessaire. En effet, cette rue est fréquemment utilisée comme voie interquartier par le trafic motorisé et lourd. L'implantation des nouvelles infrastructures augmentera encore ce trafic. De plus, la rue est actuellement **peu qualitative** : elle ne compte que peu de ralentisseurs et de dispositifs pour freiner les véhicules. De part et d'autre, elle est bordée de places de stationnement et de trottoirs, mais il n'y a pas de piste cyclable. Toutefois, une rangée d'arbres borde la rue, offrant un potentiel à valoriser et à intégrer dans un projet d'ensemble.

La **réhabilitation** de cette rue s'inscrit dans le programme du contrat de quartier durable, qui propose une reconfiguration complète de façade à façade. Cela inclut l'intégration de larges trottoirs agréables, de passages piétons sécurisés, de dispositifs de ralentissement pour les voitures, et d'éléments de verdure pour soutenir le corridor écologique.

Le présent projet consolide les propositions effectuées par le CDQ, mais apporte des précisions supplémentaires. Notamment, la mise en place de la piste cyclable C28, l'ajout d'une nouvelle rangée d'arbres renforçant celle déjà existante, et l'installation de noues végétalisées de part et d'autre de la voirie pour **renforcer la biodiversité et le corridor écologique**.

L'objectif de requalifier la rue Vanderpeereboom est de **créer un ensemble harmonieux et cohérent avec les nouvelles infrastructures**, renforçant ainsi la qualité du cadre de vie au sein du quartier. La piste cyclable C28 offrira une alternative écologique aux déplacements motorisés. L'ajout d'une nouvelle rangée d'arbres et de noues végétalisées améliorera l'esthétique et la biodiversité, tout en créant un habitat pour la faune urbaine et en améliorant la qualité de l'air. Ces aménagements rendront la rue plus agréable et sûre pour les piétons et les cyclistes, avec des trottoirs élargis, des passages piétons sécurisés et des dispositifs de ralentissement du trafic. En somme, la requalification de la rue vise à intégrer pleinement cette artère dans le tissu urbain renouvelé, en créant un espace public fonctionnel, agréable et respectueux de l'environnement, favorisant ainsi les interactions sociales et le bien-être des usagers.

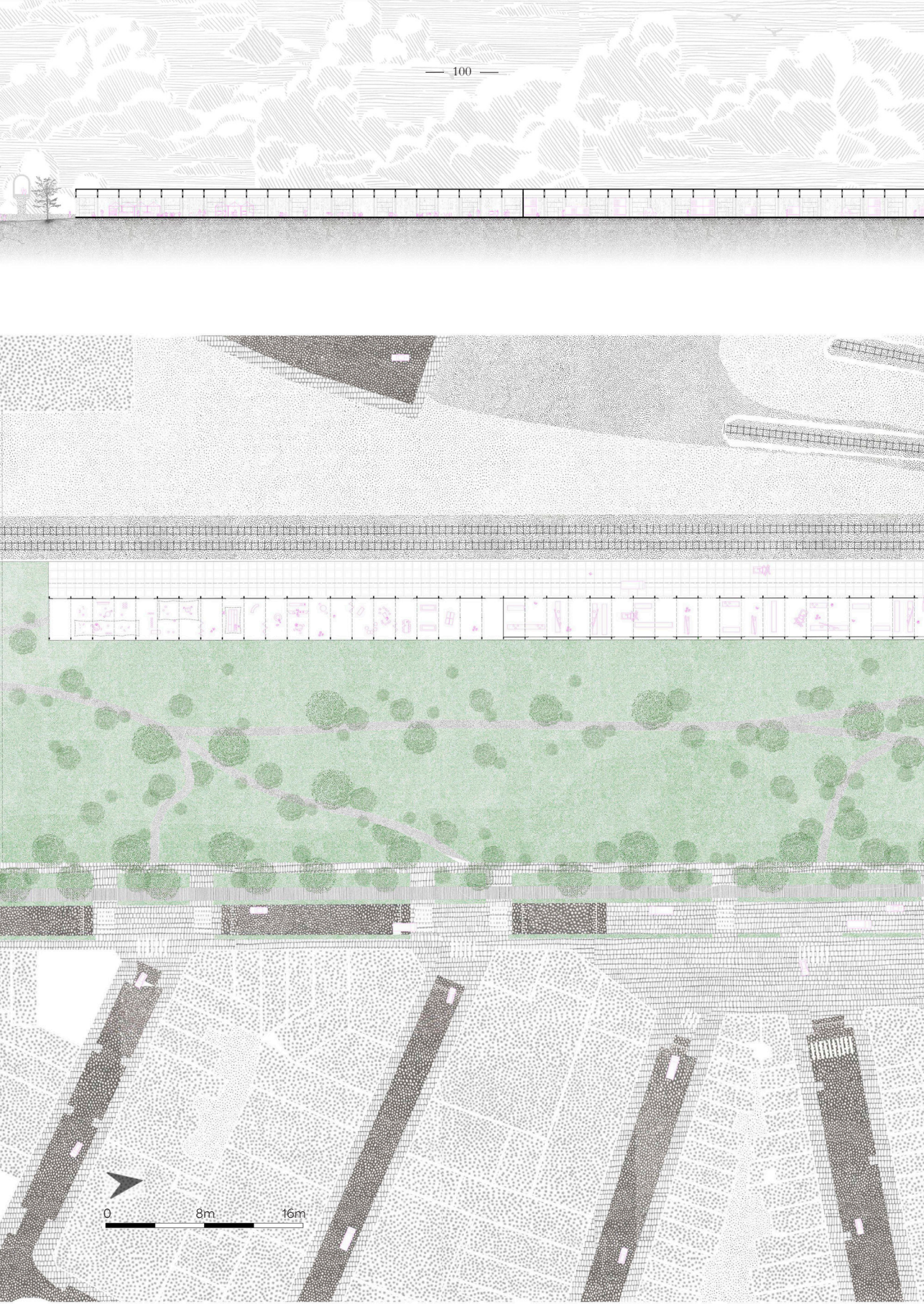
Point de collecte

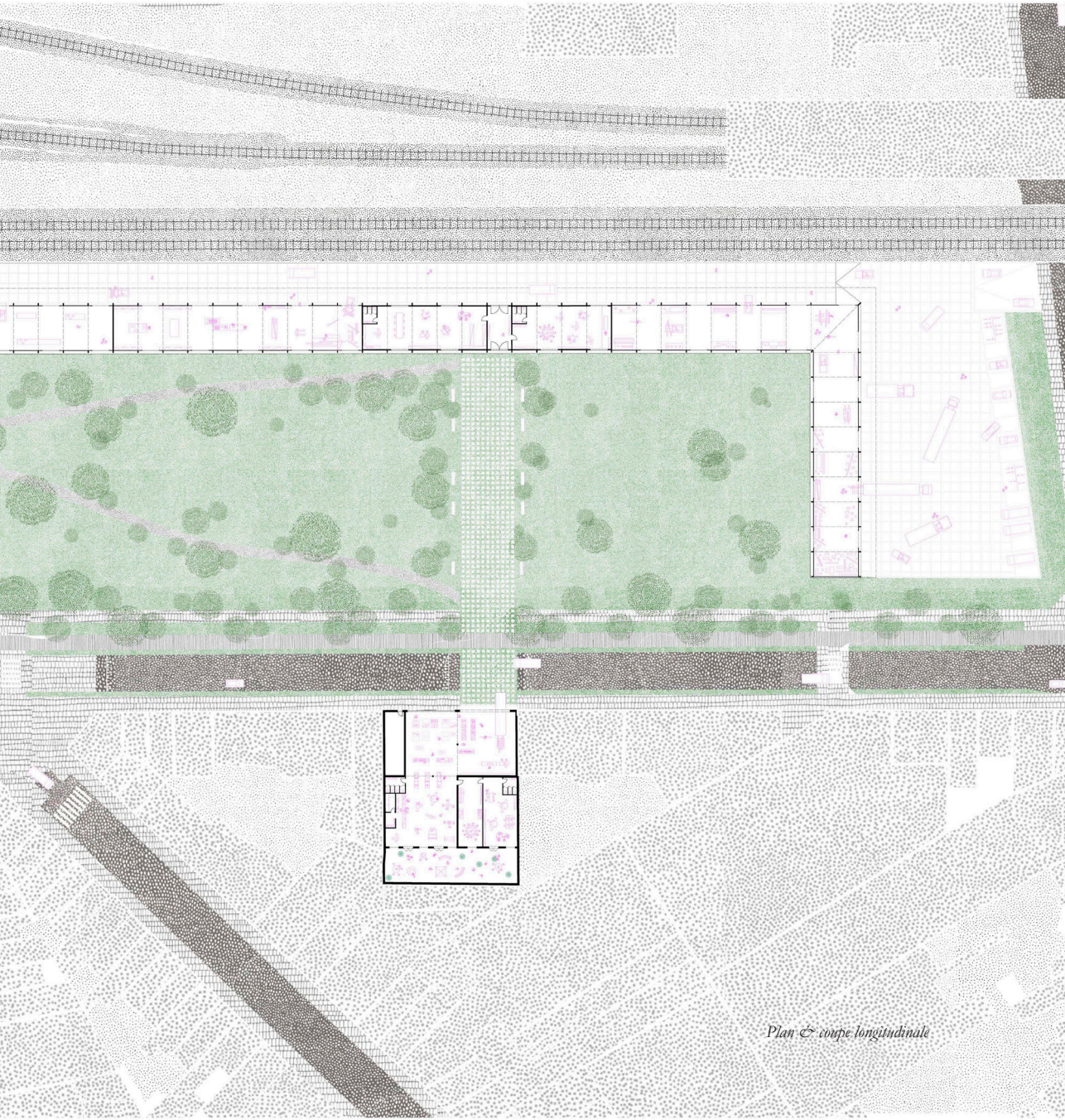
Le point de collecte sera implanté dans un bâtiment industriel actuellement occupé par une imprimerie. Selon le contrat de quartier, il était prévu **de démolir ce bâtiment** pour y construire un immeuble mixte composé d'espaces collectifs et de logements. Le présent projet, propose de **conserver et de réhabiliter** ce bâtiment en un espace dédié à la circularité. En effet, il possède des ouvertures et des espaces particulièrement adaptés à ces pratiques. Les logements prévus aux étages supérieurs viendront quant-à-eux s'implanter en réhausse de l'infrastructure existante, qui servira de socle.

Le programme prévoit donc de réhabiliter ce bâtiment industriel en un point de collecte, jouant le **rôle de relais** avec le hub logistique positionné sur la friche. Ce point de collecte sera principalement destiné au tri et à la gestion des matériaux des particuliers. Il comprendra des espaces de distribution, de tri, de stockage, ainsi qu'un espace administratif et un espace de formation en lien avec le hub, afin de promouvoir la réinsertion professionnelle et de favoriser l'emploi local.

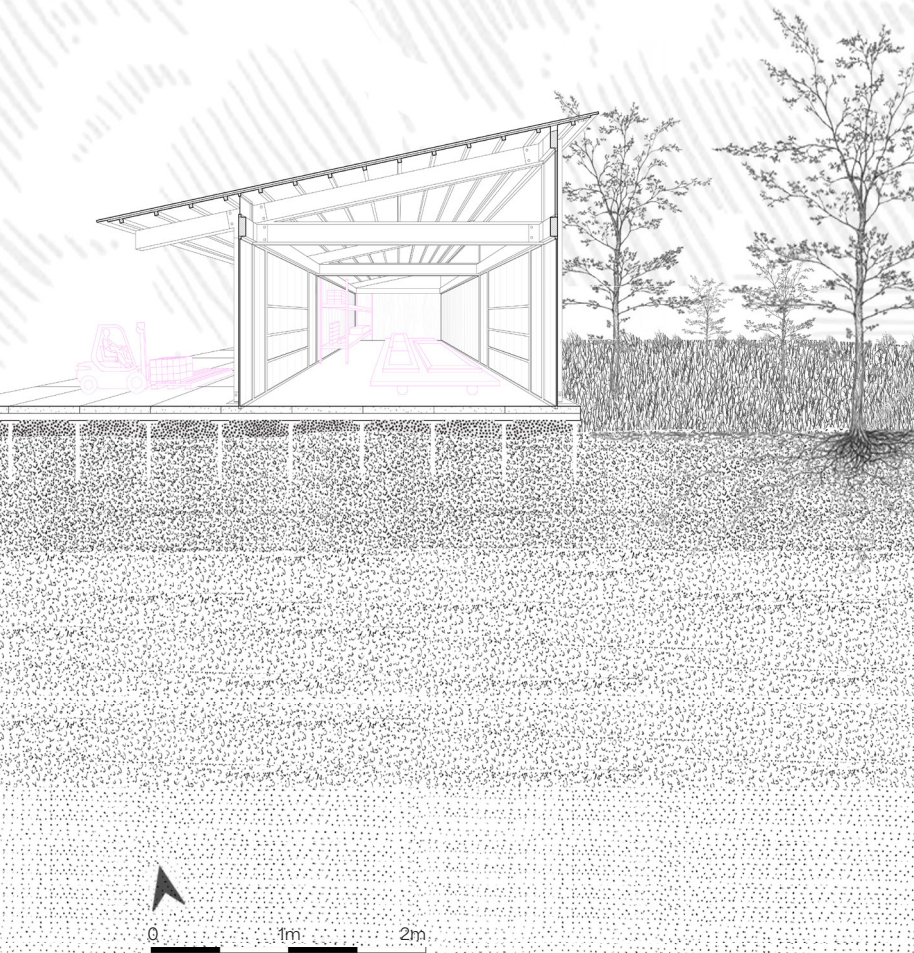
De plus, cet espace sera mutualisé avec d'autres services, notamment un repair café. Ce dernier a pour ambition **de renforcer le lien social et de sensibiliser la communauté locale aux pratiques de réparation et de réutilisation.**







Plan & coupe longitudinale





3. CONCLUSION

L'objectif principal de ce mémoire était d'identifier les freins inhérents au réemploi dans la région bruxelloise et de concevoir les stratégies nécessaires pour accompagner cette pratique dans la transition du métabolisme urbain. Pour répondre à ces défis, une **hypothèse a été émise**, proposant la mise en place d'un réseau de plateformes logistiques dans la région bruxelloise. Cette mise en place repose sur des critères spécifiques et se déploie selon deux stratégies temporelles, à court terme et à long terme, visant à s'adapter à la variabilité des flux et à l'évolution encore incertaine du métabolisme urbain.

Cependant, **certaines interrogations demeurent**. Celles-ci pourraient d'ailleurs faire l'objet d'un prolongement du présent travail. La question de **la demande** pour les matériaux réemployés nécessiterait une étude plus approfondie. En effet, le travail propose la massification des lots de matériaux, car cela permet de travailler sous flux tendus avec une meilleure commercialisation des gros gisements. Cependant, cela n'est pas suffisant et il aujourd'hui est impératif d'augmenter encore cette demande. Il s'agit d'un **enjeu culturel**, nécessitant une sensibilisation accrue et une promotion active du réemploi.

Un prolongement pertinent de cette recherche serait d'examiner comment les infrastructures et stratégies proposées pour Bruxelles dans le second scénario pourraient être étendues à l'ensemble de la Belgique, passant ainsi de "Bruxelles se réemploie" à "**La Belgique se réemploie**". Cela impliquerait de tenir compte des différences régionales, notamment des enjeux et opportunités distincts en Wallonie et en Flandre. De plus, il faudrait analyser les adaptations nécessaires pour harmoniser ces stratégies à l'échelle nationale. Un réseau élargi pourrait non seulement améliorer l'efficacité et la résilience des flux de matériaux, mais également offrir des bénéfices économiques et environnementaux pour Bruxelles en facilitant des synergies avec d'autres régions. Une telle démarche offrirait une perspective enrichissante pour les recherches futures, contribuant à un développement urbain durable à plus grande échelle.

Pour conclure ce travail, il est crucial de souligner l'importance d'une **prise de position politique forte** pour la mise en œuvre des stratégies proposées. L'hypothèse de recherche a démontré la possibilité de surmonter les freins logistiques et spatiaux du réemploi en adoptant une approche résiliente, collaborative et inclusive, intégrant des infrastructures adaptées aux besoins identifiés tout en sensibilisant la communauté à l'importance du réemploi.

Cependant, la mise en œuvre de cette vision nécessite un soutien politique déterminé. Les politiques urbaines doivent inclure des objectifs clairs en matière de durabilité et de circularité, soutenus par des réglementations adaptées et des incitations financières comme des primes pour le réemploi et des subventions pour les infrastructures logistiques.

En outre, le succès de cette transition vers **un métabolisme urbain circulaire** repose non seulement sur des infrastructures et des stratégies bien conçues, mais aussi sur une volonté politique forte et un engagement collectif pour construire un avenir meilleur.

ETUDES, ARTICLES, MÉMOIRES & PUBLICATIONS

A. Romnée ; J. Vrijders. « Vers une économie circulaire dans la construction : introduction aux principes de l'économie circulaire dans le secteur de la construction », *Buildwize*, 2018.

S. Barles. « Comprendre et maîtriser le métabolisme urbain et l'empreinte environnementale des villes », *Annales des Mines - Responsabilité et environnement* N° 52, no 4 ; 1 décembre 2008 : 21 26.

S. Boone. « Le réemploi dans la construction », 9 octobre 2023.

P-Y. Brunaud. « Construire la ville autrement », *Le magazine de la plaine commune*, 12 octobre 2019.

CERAA et ROTOR. « Etude sur l'analyse du gisement, des flux et des pratiques de prévention et de gestion des déchets de construction et démolition en RBC », mai 2012.

G. Fénard. « Conception circulaire et réemploi en architecture, expertises et acteurs : le rôle du valoriste », 2021.

F. Suain. « Le kitting, une solution pour les livraisons sur chantier », *Buildwize*, 2023.

L. Chateau. « Identification des freins et des leviers au réemploi de produits et matériaux de construction », *Ademe*, 2016.

M. Lamote ; F. Suain. « La logistique et la chaîne d'approvisionnement des chantiers », *Buildwize*, 2021.

Messal, Stéphanie. « Des objets et des déchets loin d'être en reste », *Géographie et cultures*, no 91 92 ; 1 octobre 2014 : 213 28.

D. Michaud. « Réemploi des matériaux dans le bâtiment : quel rôle pour la commande publique ? Focus sur Nantes et la Région Pays-de-la-Loire », 2020.

A. Paduart. « Le momentum pour l'économie circulaire à Bruxelles », *Bruxelles Environnement*, 25 septembre 2023.

Stephan, André, et Aristide Athanassiadis. « Quantifying and Mapping Embodied Environmental Requirements of Urban Building Stocks ». *Building and Environment* 114; mars 2017 : 187 202.

S. Ladam ; A. Meulders. « Benchmarking deshubs physiques dédiés au réemploi à bruxelles », *Plateforme réemploi*, Mars 2022.

ESS France. « Etude d'un schéma logistique », 2022.

E. Douguet ; F. Wagner. « Les impacts environnementaux du réemploi dans le secteur de la construction », *FutuREuse*, 2021.

D. Pirlot ; F. Suain. « Les Centres de Consolidation Construction (CCC) pour améliorer la chaîne d’approvisionnement des chantiers. », *Buildwise*, 2022.

E. Gobbo . « La ville comme reserve de matériaux », *FutuREuse*, 2021.

A. Tanguy. « Le métabolisme urbain dans la transition écologique », *Agence science presse*, 30 juillet 2019.

Ecores ; ICEDD ; BATir. « Métabolisme de la Région de Bruxelles-Capitale : idendification des flux, acteur et activités économiques dur le territoire et pistes de réflexion pour l’optimisation des ressources », juillet 2015.

N. Brusselaers. « Brussels construction Consolidation Centre’s fisrt operations : Preliminary results and lessons learned », *VUB – MOBI Research Centre*, Septembre 2020.

PTArchitecten : « Contrat de quartier durable – Autour de parc de l’ouest – Diagnostic ; Priorités & Programme », 2023.

J. Emringer. « Le projet Métabolisme urbain de Plaine Commune », *Bellastock*, 2020.

S. Naval. « Produit ou déchet ? », *FutuREuse*, 2021.

E. Gobbo; M. Ghyoot ; C. Bernair; A. Paduart. « Une feuille de route poiur encourager le réemploi dans le secteur de la construction », 2022.

J. Jadoul. « Généraliser le réemploi ? Méthodes, processus, logistique pour un meilleur développement de la pratique », 2022.

M. Fradet. « Mutualiser, visibiliser, Mobiliser : Association de l’architecture symbiotique et du métabolisme urbain pour questionner les manières de vivre en interaction avec les flux. », 2023.

A. Athanassiadis. « Economie circulaire dans le secteur de la construction à Bruxelles : état des lieux, enjeux, et modèle à venir », *Bruxelles Environnement* ,Octobre 2017.

M. Bos ; S. Trachte. « Analyse des filières existantes en RBC », *BBSM*, WP3/WP4, Février 2021.

M. Bos ; S. Trachte. « Recommandations pour le renforcement de la circularité des matières dans le secteur de la construction en Région de Bruxelles- Capitale », *BBSM*, WP9, Avril 2021.

C. Maarten; A. Athanassiadis; A. Vercalsteren. « Implementation a City Level of circular economy strategies and climate change mitigation - the case of Brussels », *Journal of cleaner production* 218, Mai 2019.

M. Ghysels. « Objectif réemploi : pistes d'action pour développer le secteur du réemploi des éléments de construction en Région de Bruxelles-Capitale », *Rotor*, 2017.

SITES INTERNETS

« ArchDaily | Broadcasting Architecture Worldwide ». Consulté le 10 Mars 2024. https://www.archdaily.com/?ad_name=small-logo.

Team Cycle Up. « Le réemploi et le défi d'une nouvelle logistique ». Cycle Up (blog), 16 février 2023. <https://site.cycle-up.fr/notre-univers-du-reemploi/bonnes-pratiques/reemploi-defi-logistique/>.

« Contrats de Quartiers durables — Français ». Consulté le 5 avril 2024. <https://www.molenebeek.irisnet.be/fr/je-vis/developpement-urbain/contrats-de-quartier-durable>.

Opalis. « Documentation ». Consulté le 19 février juin 2024. <https://opalis.eu/fr/documentation>.

IBSA « Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse ». Consulté le 19 février juin 2024. <https://ibsa.brussels/>.

ERG. « La Boîte à Gants ». Consulté le 5 avril 2024. https://wiki.erg.be/w/La_Bo%C3%AE-te_%C3%A0_Gants.

Buildwise. « Construction durable ». Consulté le 10 Mars 2024. <https://www.buildwise.be/fr/themes/construction-durable/>

Rénolution. « L'alliance renolution ». Consulté le 8 avril 2024. <https://renolution.brussels/fr/lalliance-renolution>

Circobuild. « Y a-t-il aujourd'hui un problème de stockage des matériaux de réemploi ? ». Consulté le 12 mai 2024. <https://www.circubuild.be/fr/faq/y-a-t-il-aujourd-hui-un-probleme-de-stockage-des-materiaux-de-reemploi/>

Divisare. « Polycarbonate section ». Consulté le 15 mai 2024. <https://divisare.com/polycarbonate>

ANNEXE A : ACTEURS DU RÉEMPLOI BRUXELLOIS



HUB PHYSIQUE 1

Identification :

Acteur : Rotor DC

Localisation : Avenue de Bâle 3, 1140 Evere

Hub physique de réutilisation responsable qui procède à l'inventaire sur place, effectue le démontage, répare et traite les matériaux au besoin, puis les classe en vue de leur vente. Ils s'occupent de tous les matériaux issus du secteur de la construction.



HUB PHYSIQUE 2

Identification :

Acteur : Shipit

Localisation : Avenue du Port 67, 1000 Bruxelles

Situé à proximité du canal, il s'agit d'un opérateur logistique multimodal qui propose plusieurs services, dont la location d'espaces de stockage et la gestion de la logistique de transport. Il assure également le stockage des palettes pour les redistribuer aux ateliers de Tertres.



HUB PHYSIQUE 3

Identification :

Acteur : Bâtiterre

Localisation : Rue Heyvaert 140, 1080 Molenbeek-Saint-Jean

Hub physique de réemploi qui propose un ensemble de services complet : conseil, démontage, enlèvement, tri, réparation, commercialisation et mise en oeuvre des matériaux récupérés issus des chantiers de construction.



HUB PHYSIQUE 4

Identification :

Acteur : Irisphère

Localisation : Rue Henri-Joseph Genesse 34, 1070 Bruxelles

Hub physique de réemploi qui propose un ensemble de services complet : conseil, démontage, enlèvement, tri, réparation, commercialisation et mise en oeuvre des matériaux récupérés issus des chantiers de construction.



HUB PHYSIQUE 5

Identification :

Acteur : In Limbo

Localisation : Rue Brichaut 15, 1030 Schaerbeek

Il s'agit d'un hub physique qui vise à faciliter le don et la réutilisation de matériel au sein du secteur socioculturel. In Limbo joue un rôle essentiel dans la réduction du flux de matériaux vers le recyclage tout en permettant aux organisations disposant de moins de ressources d'accéder à ces matériaux réutilisables.



HUB PHYSIQUE 6

Identification :

Acteur : Ziroo

Localisation : Rue Van Hammée 33, 1030 Schaerbeek

Centre physique de réutilisation et d'expertise en inventaire pré-démolition, offrant également des conseils en organisation et logistique.



HUB PHYSIQUE 7

Identification :

Acteur : Recy-K et Trait Déco

Localisation : Rue de Birmingham 102, 1070 Bruxelles

Hub physique dédiés à des activités circulaires tel que trait déco qui est organisme de réemploi de mobiliers. Trait Deco fait partie des activités présentes dans ce hub, il s'intéresse particulièrement au réemploi de mobilier tel que des miroirs, des chaises d'écoliers, etc.



HUB PHYSIQUE 8

Identification :

Acteur : Travie

Localisation : Digue du Canal 40, 1070 Bruxelles

Centre physique de réutilisation et d'expertise en inventaire pré-démolition, offrant également des conseils en organisation et logistique.



ANNEXE B : RÉFÉRENCES ARCHITECTURALES

BCCC

Identification :

Projet : Brussels Construction Consolidation Centre

Localisation : Bruxelles (BE)

Mandataire : Buildwise, VUB, Mobi, Shipit, CCB-C

Année : 2022

Raison de l'analyse :

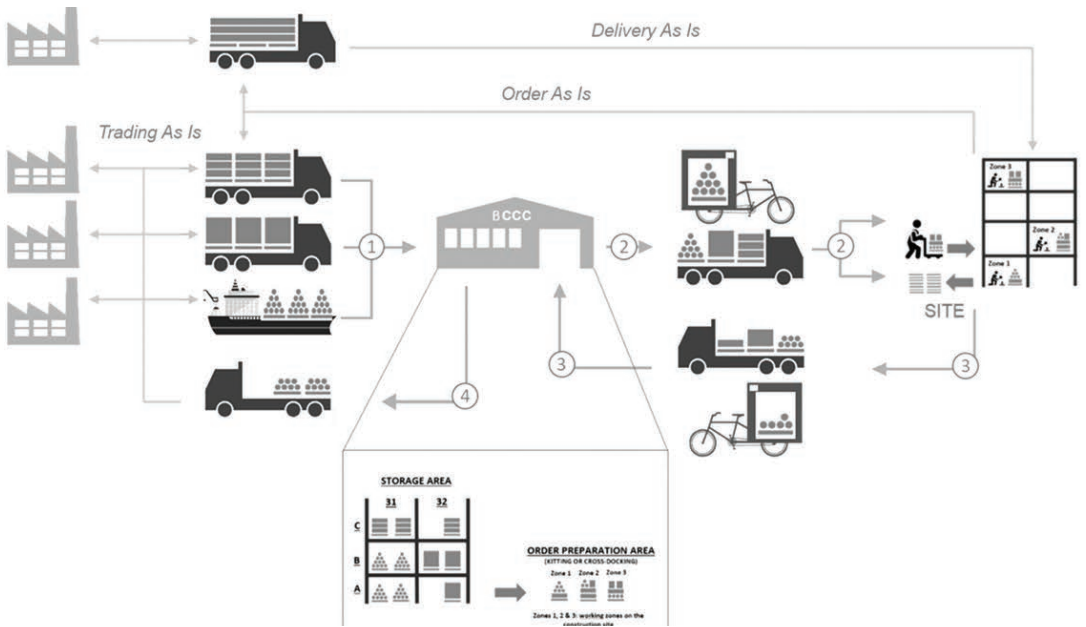
Hub physique, logistique, matériaux

Description :

Le Brussels Construction Consolidation Centre (BCCC) incarne le parfait exemple d'un hub logistique à Bruxelles. Le processus du centre s'articule autour de plusieurs phases essentielles. Dans un premier temps, les matériaux et équipements nécessaires au projet sont centralisés à un point précis, enregistrés, et partiellement entreposés temporairement au centre de consolidation. Cette approche prévient les risques de pénurie tout en évitant la congestion. La logistique des flux est optimisée grâce aux livraisons «Just In Place» et «Just In Time», deux approches synergiques. Les livraisons JIP déposent les matériaux directement sur les sites d'utilisation, réduisant les coûts et les encombrements. Le JIT achemine les matériaux au moment précis de leur besoin, minimisant les temps d'attente et les coûts de stockage, améliorant ainsi la réactivité opérationnelle. Cette stratégie logistique favorise un flux direct de travail et une adaptation précise de l'offre à la demande.

Pour le TFE :

Le centre est essentiellement axé sur les matériaux neufs. Cependant, il serait intéressant d'explorer son application potentielle dans le domaine du réemploi. Transposer leur méthode logistique unique au contexte du réemploi pourrait répondre aux défis logistiques variables de ce secteur. Il est crucial de noter que le centre n'est pas une solution universelle, et sa pertinence dépend de divers facteurs tels que la localisation géographique, la taille du projet, et l'infrastructure disponible. Ce qui s'avère efficace dans un contexte donné pourrait ne pas être directement applicable ailleurs, soulevant ainsi des questions sur la généralisation de ce modèle.



CIRCULARIUM

Identification :

Projet : Circularium

Localisation : Anderlecht (BE)

Mandataire : D'ijeteren, Makett

Raison de l'analyse :

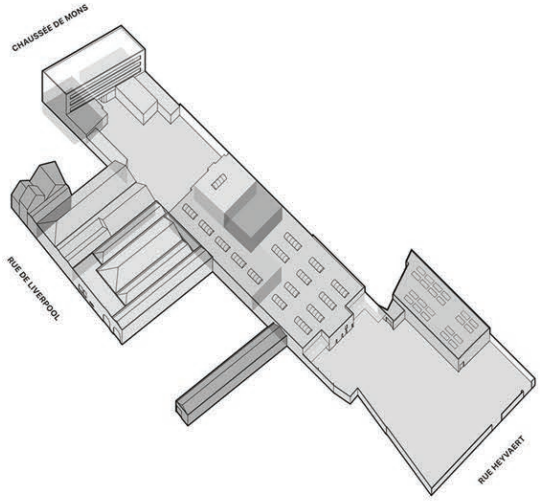
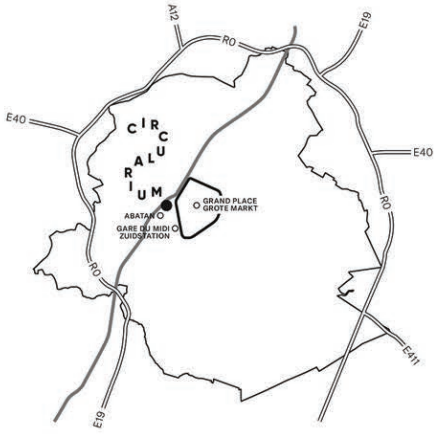
Espace temporaire, circularité, mutualisme, stockage

Description :

Circularium est une initiative collaborative impliquant plusieurs partenaires. Ce projet vise à rénover plus de 20 000 m² d'espace industriel pour créer un vaste centre offrant divers services tout en favorisant les circuits courts. L'objectif de cette occupation transitoire est de revitaliser un ancien complexe automobile en insufflant une nouvelle dynamique tout en jouant également un rôle d'activateur dans son quartier. Le site se divise en 15 espaces, dont 3 sont spécifiquement dédiés au stockage (5460 m²).

Pour le TFE :

Ce projet de réhabilitation promeut le mutualisme et l'économie circulaire en proposant une série d'espaces dédiés à cette dernière. Il s'implante sur un espace temporaire, relativement intéressant, il répond à la pression foncière tout en conciliant les intérêts des différentes parties impliquées. Le propriétaire peut louer le site en attendant de prendre une décision définitive, tandis que les locataires bénéficient de loyers réduits. Cependant, avec ces espaces temporaires, il devient complexe de s'intégrer de manière pérenne dans le territoire bruxellois. Les baux sont souvent de 5 ans et peuvent être renouvelés, mais cela n'est pas systématique, créant une dépendance envers le propriétaire du site. La plupart des hubs bruxellois liés au réemploi s'implantent sur des espaces temporaires, questionnant donc sur la généralisation de ce secteur dans l'espace et le temps.



ENTREPÔT DE RÉEMPLOI

Identification :

Projet : Entrepôt de réemploi

Localisation : Saint-Ouen (FR)

Mandataire : Cycle Up, Bouvelot TP

Raison de l'analyse :

Hub physique, stockage, réemploi, in situ

Description :

L'expérimentation porte sur l'implantation d'un entrepôt physique à proximité des chantiers, facilitant ainsi la logistique en offrant un espace de stockage. Ce lieu garantit également la qualité des matériaux, lesquels sont triés et nettoyés. L'objectif de ce développement à plus grande échelle est de répondre à une demande croissante et régulière en matériaux de réemploi pour les maîtrises d'ouvrage à travers la France.

Pour le TFE :

Il est pertinent de commencer par décrire les conclusions de cette expérimentation. Dans cet entrepôt de 1000m², lors d'une année d'expérimentation, 139 tonnes de matériaux ont été remises en service, permettant ainsi d'éviter l'émission de 320 tonnes de CO₂. Leur objectif, dès à présent, est donc de généraliser cette démarche à l'échelle nationale pour renforcer le réemploi. Dans le cadre de mon travail de fin d'études, il est important de souligner que des exemples concrets ont démontré l'efficacité de cette initiative. Cependant, il convient de noter que l'espace de stockage se trouve ici sur chantier, une solution adaptée lorsque cela est possible. Malheureusement, à Bruxelles, les espaces disponibles in situ se font de plus en plus rares. Il est donc crucial de développer massivement ces espaces de stockage, car ils constituent l'espace tampon indispensable entre la captation du gisement et la redistribution vers les exutoires.



GRANDE HALLE

Identification :

Projet : Grande Halle de Colombelles

Localisation : Saint-Ouen (FR)

Architectes : Encore Heureux architectes

Année : 2019

Raison de l'analyse :

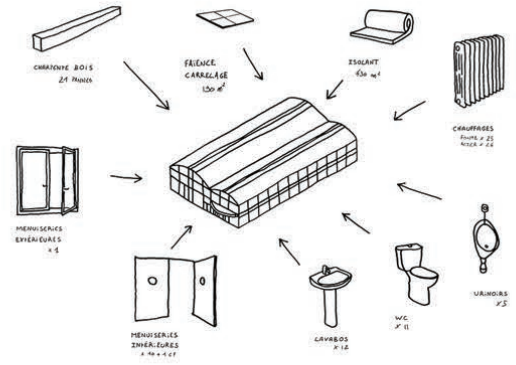
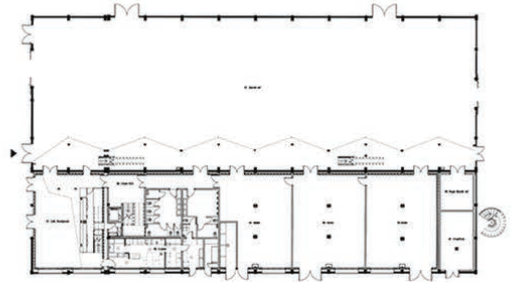
Espace temporaire, circularité, mutualisme, stockage

Description :

La rénovation de la Grande Halle représente un projet novateur axé sur le réemploi de matériaux de construction et la durabilité environnementale. Située à Colombelles, cette transformation crée un espace hybride pour les rencontres et les événements culturels, tout en favorisant l'économie circulaire. Le projet intègre un processus de réemploi dès la phase d'étude et de chantier et utilise un CCTP (CSCH FR) à «trous» facilite et standardise cette approche, offrant une méthodologie adaptable et répliquable. Les matériaux de ce projet proviennent donc du réemploi ou sont soit d'origine biosourcés ou géosourcés.

Pour le TFE :

Ce projet de rénovation suscite un intérêt certain, illustrant la faisabilité de travailler avec des matériaux non conventionnels, même pour des projets d'envergure, ce qui représente une perspective prometteuse pour l'avenir de la construction. Pour mon étude de cas, j'ai choisi de rénover une vieille halle à Molenbeek. Cette initiative de rénovation constitue un exemple significatif de l'intégration réussie de la démarche du réemploi dans un site industriel délaissé. Le type de CCTP employés est intéressant car il offre une certaine flexibilité et permet aux différentes parties impliquées dans le projet de proposer des solutions alternatives ou des adaptations techniques en cours de réalisation, tout en garantissant un cadre contractuel clair et précis. Cela facilite l'adaptation du projet aux contraintes ou aux évolutions rencontrées pendant sa mise en œuvre.



GISEMENTS URBAINS

Identification :

Projet : Halle Polynorm

Localisation : Fribourg (SUI)

Porteur-euses de projet : Nicolas Grandjean, Reto Mosimann, André Jeker, Serena Vanbutsele, TRANSFORM

Année : 2022

Raison de l'analyse :

Déconstruction, halle, réemploi

Description :

Le projet Polynorm démontre l'efficacité du réemploi dans la construction en réutilisant la halle industrielle Cafag, initialement destinée à la démolition. Divisé en deux phases, le projet vise à développer une méthodologie de déconstruction et à montrer les avantages du réemploi des structures métalliques existantes. Construite en 1958, la halle POLYNORM offre une surface d'environ 688 m² et présente un potentiel de réutilisation malgré des défis financiers actuels. Ce projet s'inscrit dans une vision urbaine circulaire, cherchant à réduire les flux de matériaux entrants et sortants des chantiers pour favoriser un métabolisme urbain plus durable.

Pour le TFE :

L'étude de la déconstruction d'une halle industrielle offre des éléments intéressants sur les raisons, les méthodes, et les objectifs de ce processus. Ce projet se révèle particulièrement pertinent pour mon travail de fin d'études, notamment dans le cas où mon site d'étude, la halle «SITOMECA», ne répondrait pas aux exigences de programmation. Dans une telle éventualité, il devient crucial de comprendre comment déconstruire la structure tout en préservant ses éléments pour les réintégrer dans le projet ou le circuit urbain bruxellois. Bien entendu, la priorité demeure la réutilisation des matériaux sur place dans leur état initial.



HALLE DE PRODUCTION

Identification :

Projet : Halle de production
Localisation : Bruxelles (BE)
Architecte : BC Architects
Année : 2019

Raison de l'analyse :

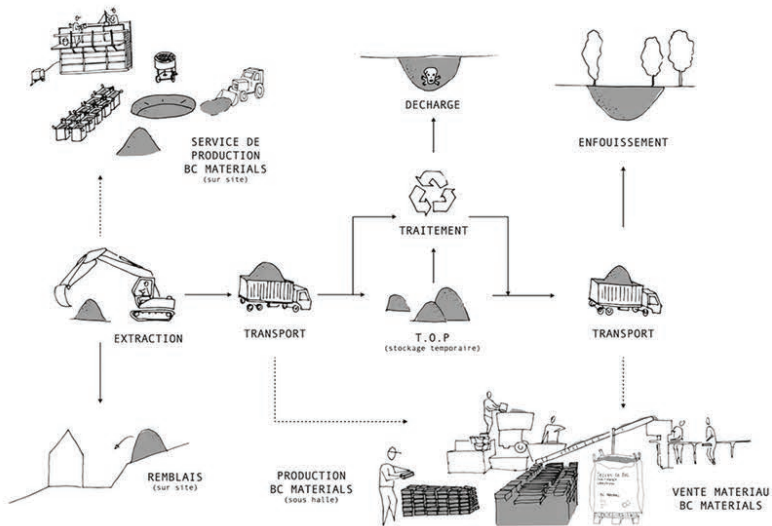
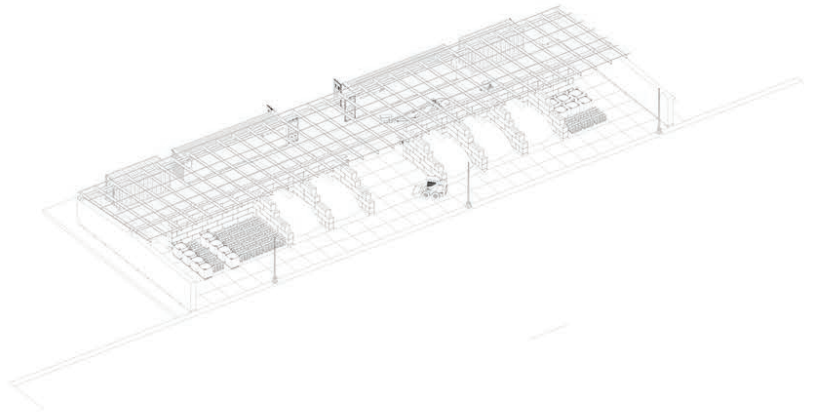
Stockage, réemploi, réversibilité

Description :

Le nouveau hall de production de BC Materials, situé dans la zone du canal de Bruxelles, est une structure entièrement démontable et transportable, construite à partir de matériaux récupérés sur deux chantiers de démolition. Il sert de lieu de production de matériaux de construction circulaires. Des dalles de béton préfabriqué et des blocs de béton empilables récupérés sont utilisés pour le sol, les fondations et le stockage des ressources. La toiture en bois, soutenue par des conteneurs et des blocs de béton, intègre des systèmes de récupération d'eau de pluie et d'énergies renouvelables

Pour le TFE :

La réversibilité de ce projet lui confère une remarquable capacité d'adaptation dans le temps. En favorisant une approche projective et itérative, il ouvre la voie à la multiplication de cette méthode d'espaces de stockage à Bruxelles, offrant ainsi une réponse adéquate aux défis contemporains du secteur. L'usage ingénieux des surplus de matériaux de chantier, avec leur réemploi et leur vente ultérieure, s'inscrit parfaitement dans une démarche circulaire, axée sur la valorisation et la réutilisation des ressources disponibles. De plus, ce projet embrasse l'ensemble du processus lié à la remise en filière de ces matériaux, renforçant ainsi son engagement envers la durabilité et la responsabilité environnementale.



METABOLISME URBAIN

Identification :

Projet : Métabolisme urbain de la plaine commune

Localisation : Plaine commune (FR)

Commanditaire : Bellastock

Année : 2017-2020

Raison de l'analyse :

Métabolisme, gisements, synergie inter-chantiers

Description :

Ce territoire va connaître des modifications importantes dans les années à venir, qui vont induire des flux et des gisements de matériaux importants. Ce projet vise en la planification logistique de cette transition urbaine. Il travaille sur plusieurs axes afin de répondre aux grands enjeux socio-écologiques provenant du BTP.

Pour le TFE :

Plusieurs axes d'intervention sont à souligner :

- L'expérimentation d'une démarche de réemploi, de réutilisation et de recyclage inter-chantiers des matériaux du BTP à partir de 30 sites pilotes.

- La mise en place de plateformes de tri, de stockage et de valorisation des ressources de chantier.

- L'accompagnement du déploiement de filières locales de réemploi de matériaux du BTP. Les aspects que j'ai identifiés comme sources d'inspiration pour mon travail de fin d'études sont seulement quelques exemples des avantages de ce projet. Il favorise l'engagement de tous les acteurs du territoire et génère de nouvelles opportunités d'emploi. En plus de prôner le réemploi, ce projet s'inscrit dans une dynamique sociale significative

RÉCUPÉRATHEQUE

Identification :

Projet : Boîte à gants
Localisation : Ixelles (BE)
Commanditaire : ERG
Année : 2018

Raison de l'analyse :

Réemploi, stockage, mutualisation

Description :

La Boîte à Gants (BàG) à l'ERG est une matériauthèque gérée par les étudiants, visant à minimiser les pertes de matériaux au sein de l'école tout en valorisant ces ressources comme matières premières. Cette initiative repose sur une approche de recherche et d'expérimentation, nécessitant de nombreux matériaux qui, par conséquent, génèrent une quantité significative de déchets. Auparavant, l'établissement ne disposait pas d'une politique de gestion des matériaux, ce qui entraînait l'utilisation annuelle de deux à trois conteneurs pour leur évacuation. La BàG, pionnière à Bruxelles, a expérimenté ce concept en 2018 en se fournissant à partir de trois sources distinctes : le surplus des entreprises, les objets récupérés dans la rue et la récupération in situ par des «glaneurs».

Pour le TFE :

Bruxelles compte actuellement 10 récupérathèques, dont «Le Rucher» associé à des universités locales. Ces initiatives promeuvent la durabilité en proposant des alternatives à la perte de matériaux et s'inscrivent dans une dynamique de réemploi. La mutualisation de ces espaces favorise une gestion collaborative des ressources, encourageant une approche communautaire et responsable de la récupération et du réemploi des matériaux. Cette tendance croissante de récupérathèques à Bruxelles témoigne de l'importance grandissante de ces initiatives dans la promotion d'une gestion consciente des matériaux, réduisant ainsi les déchets et encourageant une utilisation judicieuse des ressources disponibles.

RECYPARK

Identification :

Projet : Recypark : Skateparc et Recyclerie

Localisation : Anderlecht (BE)

Commanditaire : Les marneurs, 51N4E

Année : 2024

Raison de l'analyse :

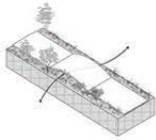
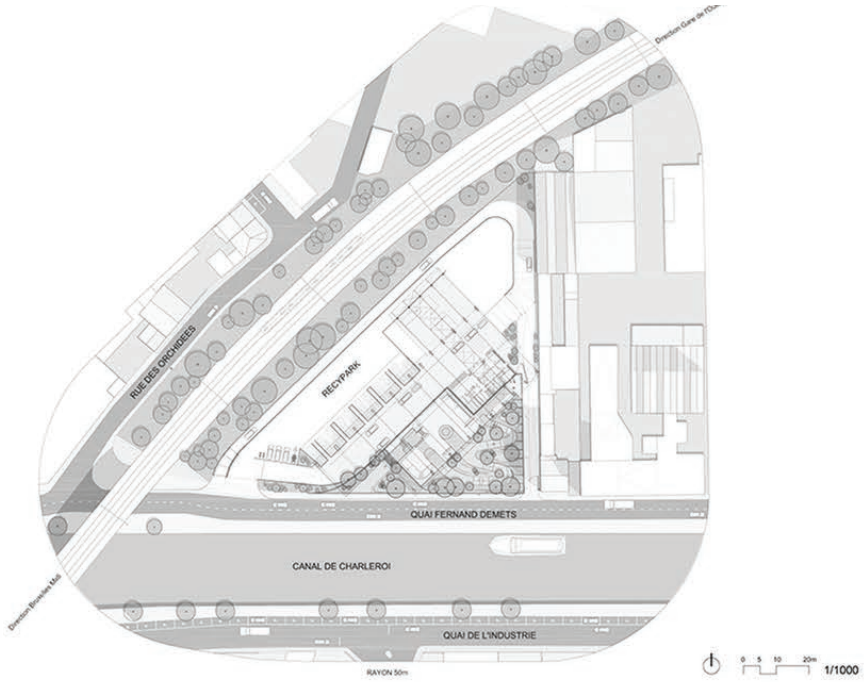
Réemploi, stockage, mutualisation, fonctions

Description :

Le projet Recypark à Anderlecht, le long du canal Bruxelles-Charleroi, est une initiative ambitieuse visant à réinventer l'image traditionnelle des parcs de recyclage en les transformant en des espaces publics multifonctionnels intégrés à l'environnement urbain. Plus précisément, le parc comprend un skatepark et un espace vert public le long du Quai Fernand Demets, offrant ainsi des installations récréatives et de détente pour les habitants de la région.

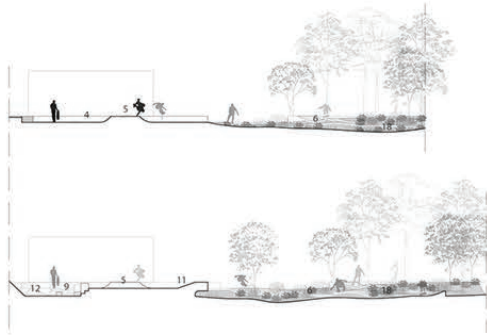
Pour le TFE :

Face aux défis posés par la pression foncière actuelle, le projet adopte une approche de mutualisation de services, une démarche stratégique intéressante pour maximiser l'utilisation des terrains disponibles. Cette mutualisation semble pertinente pour le réemploi, qui requiert des surfaces conséquentes pour être pleinement exploité. Au-delà de sa dimension fonctionnelle, cette mutualisation vise également à sensibiliser et à transformer l'image associée à cette fonction logistique, la rendant ainsi plus attrayante. Par ailleurs, le bureau d'architecture 51N4E s'est engagé à intégrer des éléments de réemploi dans la conception du parc. Un exemple concret en est l'utilisation de l'auvent, qui couvre le projet et provient d'un centre équestre situé à Liège. Cette démarche illustre l'importance accordée à la durabilité et à la valorisation des matériaux existants.



Décollement du parcours du snake-run qui repose sur des appuis ponctuels et maximise les espaces de pleine terre

1. Fontaine
2. Zone de repos + banc
3. Platal
4. Rampe
5. Volcano
6. Snake run
7. Plateforme street
8. Curb / Banc
9. Marches + handrail
10. Curb + manrypad
11. Pyramide + curb
12. Ditch
13. Transition
14. Belvédère
15. Entrée principale
16. Parvis
17. Banc
18. Jardin humide / Frais / Sec



0 1 2 3m 1/200

PLATEFORME COLVIERTE SKATABLE

ACCES

ZERO WASTE CENTER

Identification :

Projet : Kamikatsu zero waste center

Localisation : Kamikatsu (JP)

Commanditaire : Hiroshi Nakamura & NAP

Année : 2020

Raison de l'analyse :

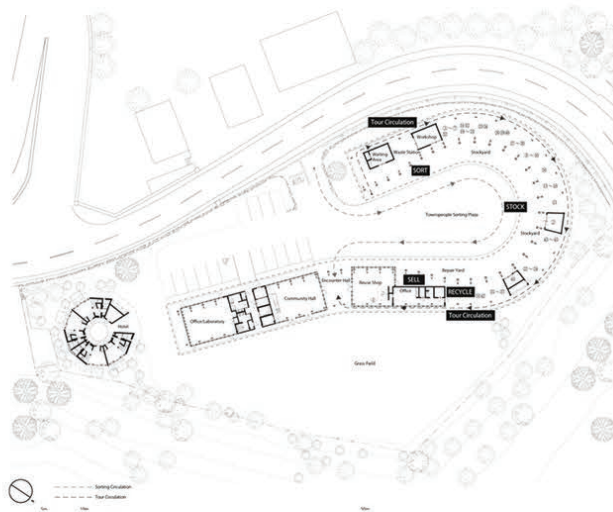
Hub physique, stockage, réemploi

Description :

Ce projet se présente comme un hub physique dédié à la gestion des déchets et au réemploi. Il inclut un plan détaillé pour le cœur de la ville, intégrant plusieurs fonctionnalités, telles qu'une station de tri et de collecte des déchets, des zones de stockage et un point de vente, en plus d'un centre visant à promouvoir et à enseigner les principes du réemploi. En concentrant ainsi plusieurs services essentiels au même endroit, cette initiative vise à faciliter la gestion des déchets tout en encourageant l'adoption de pratiques de réutilisation dans la communauté locale.

Pour le TFE :

Ce hub logistique axé sur le réemploi se distingue comme un modèle exemplaire. Il intègre toutes les phases essentielles du processus de réutilisation, comme notamment le transport via sa proximité des voies de circulation, le conditionnement, le tri et le stockage. L'aménagement architectural se déploie de manière fluide, avec des espaces ouverts et en enfilade. De plus, une trame structurelle confère une souplesse temporelle au projet, permettant ainsi des ajustements flexibles selon les besoins et les évolutions requises.



HALLE S // 46

Identification :

Projet : Halle Graf-Zeppelin

Localisation : Altenkirchen (DE)

Architecte : Aretz Durr Architektur

Année : 2024

Raison de l'analyse :

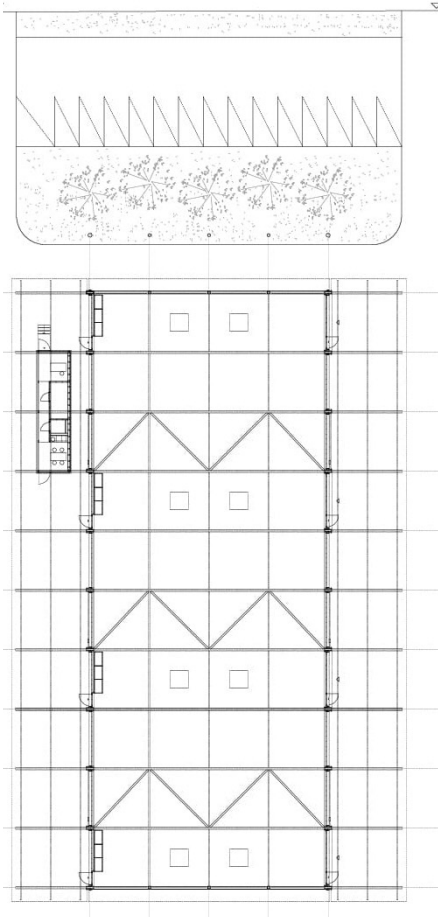
Hub physique, stockage, réemploi

Description :

Ce projet est un nouvel entrepôt ainsi qu'un atelier de production et a été construit avec une structure en treillis en bois. Il se compose de poutres en bois lamellé-collé, disposées sur une grille à intervalles de six mètres. Les fermes, largement débordantes, réduisent la pression au centre et permettent d'avoir des composants de dimensions réduites. La halle de stockage et production sont entouré d'une façade translucide en polycarbonate.

Pour le TFE :

Les aspects techniques permettant la réversibilité de la structure principale et secondaire en métal, ainsi que le travail de la tôle translucide favorisant la luminosité et la transparence, sont d'une grande qualité. Le choix de ces aspects techniques est particulièrement intéressant pour les résultats attendus de ce projet de mémoire. De plus, ils contribuent à la qualité remarquable de la halle.



HALLE DE JARDIN

Identification :

Projet : Shelter for gardeners

Localisation : Villenave-d'Ornon (FR)

Architecte : Esnard & Sanz Architectes

Année : 2023

Raison de l'analyse :

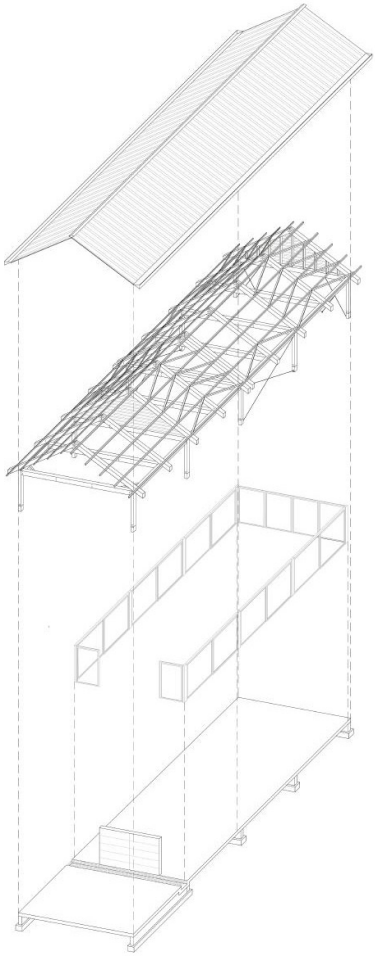
Technique, matériaux, flexibilité

Description :

Ce projet offre un espace basée sur l'essentiel : l'ombre, la lumière, la matérialité, la structure apparente. Il s'insère dans le paysage sans en impacter les arbres environnants, offrant une protection contre les intempéries, qui s'ouvre sur l'extérieur tout en venant un créer un lieu de partage. Il se compose d'une charpente en bois avec un revêtement léger. Des feuilles de polycarbonate insérées dans la structure en acier créent le contour, tout en protégeant du vent et filtrant la lumière et la vue sur l'environnement environnant.

Pour le TFE :

La structure apparente, l'état brut et la transparence des matériaux en fait un projet exemplaire. Le polycarbonate en façade permet une transparence et une protection qui donne un aspect authentique à celui-ci. Tout ces choix m'ont inspirés pour la réalisation du projet de mémoire.



ANNEXE C : CALCUL POUR LA QUANTIFICATION DES BESOINS

Ces calculs sont basés sur une série d'hypothèses. Ces chiffres non exhaustifs sont à considérer avec précaution et ont pour unique but d'éclairer et de sensibiliser, en fournissant un indicateur des besoins en espace de stockage.

Flux sortants annuels à Bruxelles

Elle se base sur les calculs annuels des flux de matériaux de Bruxelles Environnement, mentionnés dans la première partie de l'étude, fournissant ainsi une base quantitative essentielle pour estimer les besoins en espace de stockage.

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Par éléments :</i> | <i>Fenêtre : 28.996 T</i> |
| <i>Fondation : 23.962 T</i> | <i>Portes : 16.022 T</i> |
| <i>Colonne / poutre : 43.871 T</i> | <i>Revêtement de sol : 59.924 T</i> |
| <i>Plancher / dalle : 152.882 T</i> | <i>Câblage/ tuyauterie : 3.116 T</i> |
| <i>Murs extérieurs : 122.949 T</i> | <i>HVAC : 56.006 T</i> |
| <i>Murs intérieurs : 80.719 T</i> | <i>Sanitaires : 1.013 T</i> |
| <i>Toit : 22.403 T</i> | <i>Isolation : 21.721 T</i> |

Exclusion des éléments de gros œuvre (x) :

L'hypothèse est que les éléments de gros œuvre (fondations, murs porteurs, etc.) ne sont pas pris en compte, démontage difficile et finissent souvent en déchets inertes mélangés lors de la déconstruction.

| |
|--------------------------------------|
| <i>Fenêtre : 28.996 T</i> |
| <i>Portes : 16.022 T</i> |
| <i>Revêtement de sol : 59.924 T</i> |
| <i>Câblage/ tuyauterie : 3.116 T</i> |
| <i>HVAC : 56.006 T</i> |
| <i>Sanitaires : 1.013 T</i> |
| <i>Isolation : 21.721 T</i> |

Coefficient de potentialité (y) :

Pour simplifier les calculs et évaluer les besoins en espaces de stockage, l'hypothèse est que 100 % des matériaux issus des habitations peuvent être réemployés dans un scénario idéal. Cette hypothèse extrême vise à maximiser les prévisions pour sensibiliser sur les capacités potentielles de réemploi.

Ces calculs sont basés sur une série d'hypothèses. Ces chiffres non exhaustifs sont à considérer avec précaution et ont pour unique but d'éclairer et de sensibiliser, en fournissant un indicateur des besoins en espace de stockage.

Densité moyenne (z) :

Les densités moyennes utilisées sont basées sur des données standard disponibles dans diverses ressources spécialisées en matériaux de construction. Ces ressources incluent The Constructor, Matmake et Civilblogs, qui offrent des informations détaillées sur les propriétés des matériaux.

Fenêtre : 2416.33 kg/m³

Typiquement en verre et cadre en aluminium ou PVC.

Densité du verre : ~2500 kg/m³

Densité de l'aluminium : ~2700 kg/m³

Densité du PVC : ~1400 kg/m³

Revêtement de sol : 1498.1 kg/m³

Varie selon le matériau
(bois, carrelage, vinyle, etc.)

Densité du bois (moyenne) : ~700 kg/m³

Densité du carrelage : ~2400 kg/m³

Densité du vinyle : ~1800 kg/m³

Câblage/tuyauterie : 3116 kg/m³

Typiquement en cuivre ou en plastique.

Densité du cuivre : ~8960 kg/m³

Densité du plastique : ~950 kg/m³

Portes : 6408.8 kg/m³

Typiquement en bois, acier ou composite.

Densité du bois (moyenne) : ~700 kg/m³

Densité de l'acier : ~7850 kg/m³

HVAC : 8000.9 kg/m³

Varie selon les composants (métal, plastique).

Densité du métal : ~7850 kg/m³

Densité du plastique : ~950 kg/m³

Portes : 6408.8 kg/m³

Typiquement en bois, acier ou composite.

Densité du bois (moyenne) : ~700 kg/m³

Densité de l'acier : ~7850 kg/m³

Isolation : 108.605 kg/m³

Typiquement en fibre de verre, laine minérale
Densité de la fibre de verre : ~100 kg/m³

Densité de la laine minérale : ~150 kg/m³

Densité de la mousse : ~30 kg/m³

Sanitaires : 2400 kg/m³

Typiquement en céramique ou en métal.

Densité de la céramique : ~2400 kg/m³

Ces calculs sont basés sur une série d'hypothèses. Ces chiffres non exhaustifs sont à considérer avec précaution et ont pour unique but d'éclairer et de sensibiliser, en fournissant un indicateur des besoins en espace de stockage.

Calcul des besoins nécessaire (w)

Une fois les hypothèses établies et les données filtrées, il est possible d'effectuer les calculs pour déterminer les besoins nécessaires.

$$xyz = w$$

| Matériau | Masse (T) | Densité (kg/ m ³) | Volume (m ³) |
|---------------------|-----------|-------------------------------|--------------------------|
| Fenêtre | 28.996 | 2416.33 | 12.00 |
| Portes | 16022 | 6408.8 | 2500.00 |
| Revêtement de sol | 59924 | 1498.1 | 40000.00 |
| Câblage/ tuyauterie | 3116 | 3116 | 1000.00 |
| HVAC | 56006 | 8000.9 | 6999.96 |
| Sanitaires | 1013 | 2400 | 422.08 |
| Isolation | 21721 | 108.6 | 200000.00 |

Volumes et surfaces totales :

Volume total : 250,934.05 m³

Surfaces totales :

À 1 m de hauteur : 250,934.05 m²

À 4 m de hauteur : 62,733.51 m²

À 8 m de hauteur : 31,366.76 m²

Ces valeurs montrent combien de surface est nécessaire pour stocker les matériaux selon différentes hauteurs.

