

MÉTABOLISME PRODUCTIF

La régénération hybride de l'infrastructure urbaine
dans la métropole de Lille

Alexis DERAÎN



Travail de fin d'études
réalisé par Alexis DERAÏN

MÉTABOLISME PRODUCTIF

La régénération hybride de l'infrastructure urbaine dans la
Métropole lilloise

Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale et d'urbanisme
Université Catholique de Louvain, Tournai

Promoteur: Daniel OTERO PENA
Année Académique 2021-2022





Remerciements

Je remercie toutes les personnes m'ayant guidées dans mes recherches ainsi que pour l'élaboration de mon travail de fin d'étude.

Particulièrement Daniel Otero Peña, qui m'a accompagné tout au long de ce travail, en apportant ses connaissances, ses conseils et sa bonne humeur.

Je tiens également à remercier Éric Van Overstraten et Pierre Accarain qui supervisent l'atelier 1,618, pour leur regard critique sur la conception du projet.

Ainsi que Marc Dumont pour son expertise et son enthousiasme pour ce projet.
Également Richard Lemeiter, pour ses connaissances du site de recherche.

Enfin je remercie surtout ma famille et mes amis qui m'ont soutenu tout au long de ces années d'études, ainsi que pour leur relecture attentive de mon travail.

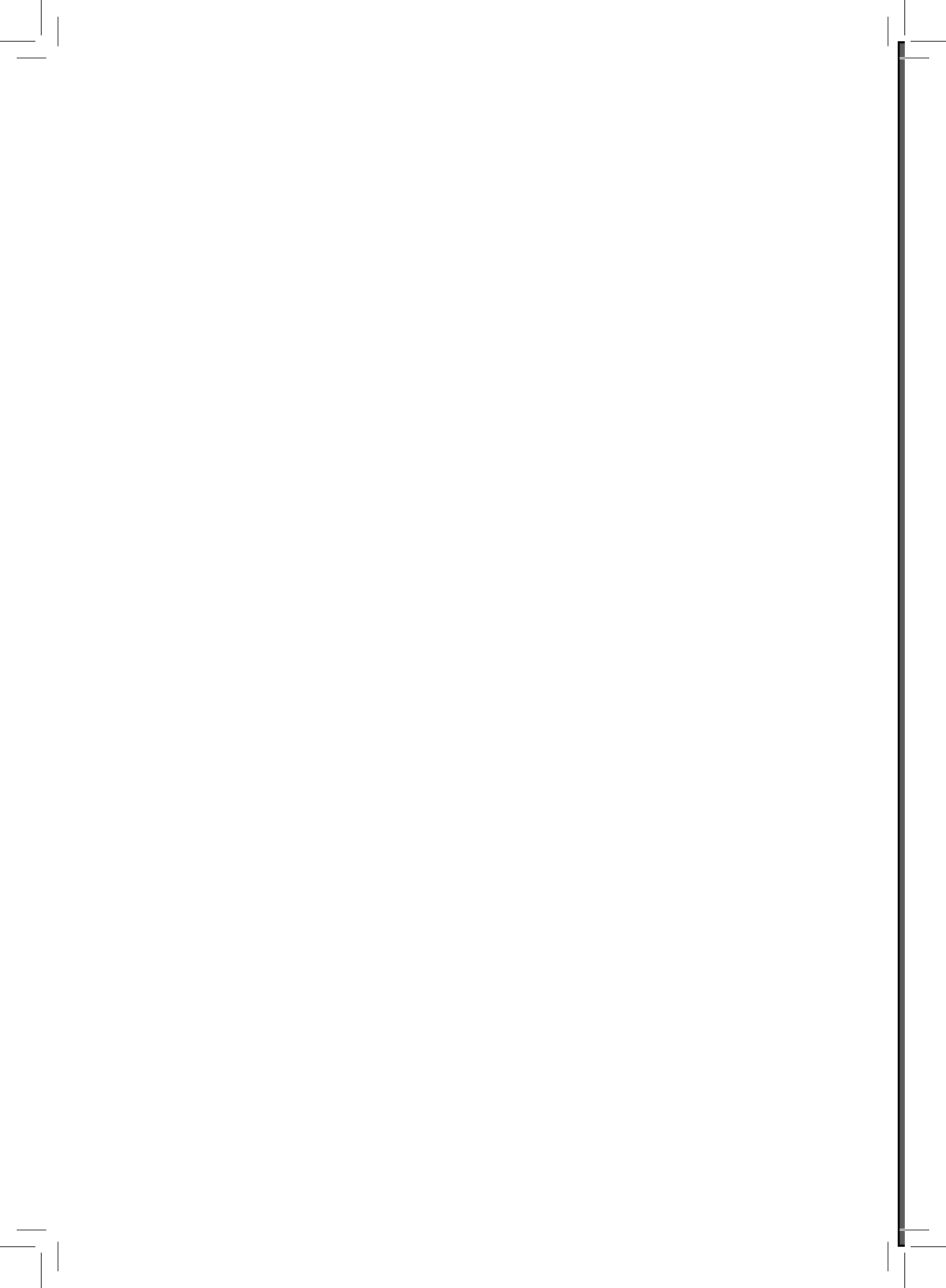
Merci de votre lecture.

Avant-propos

Pour ce travail de fin d'étude, dans le cadre de ma formation d'architecture et d'urbanisme, j'ai choisi de traiter le sujet du métabolisme urbain. Cette approche permet d'aborder les défis contemporains auxquels sont confrontés nos villes et nos sociétés. Au travers de ce sujet, la notion d'écologie urbaine est décrite autant par les notions de disponibilité et de renouvellement des ressources que des connexions et des synergies dans le tissu urbain.

Au-delà des applications que l'étude métabolique peut apporter en terme de développement durable, ce sujet me tient particulièrement à cœur, en confrontant l'étude des systèmes naturels aux systèmes urbains. En effet, depuis mon enfance je me suis énormément appliqué dans le dessin, en même temps fasciné par la nature, cela m'a beaucoup aidé à développer mon sens de l'observation pour comprendre et représenter. Puis en grandissant les villes et leur complexité m'ont tout autant intéressé, de par les diversités et les répétitions des formes ou encore les réseaux qui connectent les différentes entités architecturales. Finalement, j'ai su trouver des similitudes, par analogie entre nature et urbain, qui m'ont principalement accompagnées dans mon processus créatif. De plus, en ayant grandi à Lille le long de la Deûle, j'ai toujours été impressionné par les friches industrielles, des vestiges d'une industrie passée qui ont été, en majeure partie, détruite. Face à la disparition de ce patrimoine, il me paraît important en tant qu'architecte, de valoriser ces « cathédrales » de production car elles disposent d'un potentiel spatial indéniable qui doit assurer leur pérennité.

C'est pourquoi, à partir de ces éléments qui ont constitué mon inspiration depuis toujours, je tenterai d'apporter une solution architecturale qui aborde par un regard critique les flux métaboliques dans leur dimension matérielle et spatiale, puis qui saisit une opportunité en s'intégrant à l'un des flux afin d'améliorer la disponibilité des ressources en milieu urbain mais également en réactivant le tissu urbain par le renouvellement d'une infrastructure délaissée.



INTRODUCTION

Actuellement le contexte de crise climatique, sociale et économique, pousse nos sociétés à repenser la place que nous occupons au sein de notre environnement complexe qui est la Terre. Les propos révolutionnaires apportés dans les années 1960 par James LOVELOCK, un scientifique indépendant, proposent une nouvelle approche du système terrestre et de sa capacité à se réguler par un réseau d'interdépendance maintenant des conditions favorables à la vie. De cette réflexion il élabore alors « l'Hypothèse Gaïa » qui appuie l'idée d'un système unifié et régulé par des cycles auxquels les humains, en tant qu'espèce vivante appartiennent et participent également. La dichotomie persistante entre la Biosphère avec ses écosystèmes naturels et la « technosphère » artificielle comme écosystème pour l'Homme, perturbe cet équilibre naturel alors que leur promiscuité est possible.

« L'objectif de cette lettre est de suggérer que la vie à un stade précoce de son évolution a acquis la capacité de contrôler l'environnement global de manière à répondre à ses besoins et que cette capacité a persisté et est toujours activement utilisée. Dans cette perspective la somme totale des espèces est davantage qu'un simple catalogue, "La Biosphère", et comme d'autres associations en biologie est une entité avec des propriétés qui sont davantage que la simple somme de ses parties. Une créature si grande, même si elle est seulement hypothétique [...], a besoin d'un nom ; je dois à M. William Golding la suggestion d'utiliser la personnification grecque de la Terre mère, "Gaïa". »¹

1. LOVELOCK James, « Gaia as seen through the atmosphere », art. cit., p. 579.

Or, depuis l'apparition des premières sociétés humaines, nous n'avons cessé de transformer notre environnement pour assurer notre survie. Néanmoins le modèle économique des deux derniers siècles ne fait qu'engloutir les ressources naturelles et humaines tout en

Introduction

généralisant des quantités colossales de déchets, des quantités d'extraction et de rejet qui d'ailleurs se heurtent désormais aux limites de la planète, révélé notamment par les calculs de l'ONG *Global Footprint Network* qui détermine le « jour de dépassement de la Terre ». Un changement de paradigme s'impose alors si nous souhaitons maintenir des conditions de vie soutenables pour les futures générations.

« La pollution n'est pas, comme on le dit trop souvent, le produit d'une turpitude morale. C'est la conséquence inévitable de la vie à l'œuvre. Pour l'herbe, les scarabées et même les fermiers, la bouse de vache n'est pas une pollution mais un don précieux. Dans un monde raisonnable, les déchets industriels ne seraient pas interdits mais utilisés à bon escient. La réponse négative, non constructive, de l'interdiction par la loi semble aussi idiote que de légiférer contre l'émission de bouses par les vaches. »²

2. LOVELOCK James, *The ages of Gaia : A biography of our living earth*, Oxford, Oxford University Press, second edition, 1995, p. 26.

Ainsi, il est évident que le vivant peut apporter des solutions durables à nos problèmes actuels afin d'élaborer un nouveau système qui ne soit pas défaillant, et surtout à nous apprendre à vivre harmonieusement dans un système aussi complexe.

L'étude des systèmes urbains en tant que partie intégrante des écosystèmes naturels pourrait être l'une des solutions pour comprendre le fonctionnement, la dynamique et les défis des villes contemporaines. C'est alors qu'intervient la notion du « métabolisme urbain », qui malgré une clarification périlleuse à ses débuts, constitue désormais un outil complet de gestion territoriale pour les politiques publiques, les géographes, les urbanistes ou encore les architectes. Au travers de ce prisme, le métabolisme urbain permet en effet d'aborder la gestion des ressources autant que leur disponibilité et leur empreinte spatiale.

Dans le cadre de ce travail, je me suis donc intéressé d'une part, sur la dimension matérielle par l'exploitation des déchets produits en milieu urbain et d'autre part la dimension spatiale par la conservation des espaces ouverts ainsi que la proximité des opportunités liées à la disponibilité des ressources. Ces éléments me semblent primordiaux pour tenter de répondre le plus justement aux problématiques de l'urgence climatique et accompagner une transition qui peine à formuler des applications concrètes pour contrer la pollution, les pénuries ou encore l'étalement urbain.

À partir de ces constats, mon travail s'oriente sur l'implication du métabolisme urbain comme force motrice de la régénération du système urbain, en établissant des liens entre production et consommation, par des stratégies de recyclage à la fois matériel et urbain. Ainsi on pourrait se demander, comment le métabolisme urbain, appliqué à la conception des infrastructures de ressources et de l'espace public, peut-il contribuer à régénérer les zones urbaines obsolètes, plus particulièrement les espaces industriels désaffectés?

Pour répondre à cette problématique, j'ai d'abord déterminé mon terrain d'étude, ici la métropole de Lille afin de focaliser mes recherches. L'étude du métabolisme urbain à Lille réalisée par Sabine BARLES et Marc DUMONT en 2020, m'a particulièrement aidé pour l'analyse des données et sur la pertinence du choix du terrain d'étude. Les diverses bases de données fournies par la Métropole Européenne de Lille, les collectivités, ou encore les entreprises m'ont également servis pour préciser les données de quantification et de spatialisation liées à l'analyse métabolique. Ainsi j'ai pu en tirer des constats et des conclusions qui m'ont permis, tout au long de ma recherche, à spécifier l'intervention architecturale que je propose en tenant compte des éléments analysés en amont.

Introduction

Ce travail s'organise en trois chapitres, le premier décrit, de manière générale, comment l'idée d'un métabolisme urbain est apparu puis comment l'on peut le caractériser. Dans un second temps, j'exposerai les spécificités et les opportunités d'appliquer cette démarche de pensée à la ville de Lille et sa métropole. Enfin dans le dernier chapitre je proposerai un projet d'architecture à partir des processus mis en place pour régénérer l'infrastructure urbaine.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	P. 05
Avant propos	P. 07
Table des matières	P. 06
INTRODUCTION	P. 09
Chapitre 1 : Le métabolisme urbain	P. 16
1.1 La pensée métabolique	
1.1.1 L'origine	P. 18
1.1.2 L'hygiénisme	P. 18
1.1.3 Le développement durable	P. 21
1.1.4 Les méthodes de caractérisation	P. 25
Étude de cas : Rotterdam Urban Metabolism	P.28
1.2 Le métabolisme circulaire	
1.2.1 La déterritorialisation et la linéarité	P. 30
1.2.2 La circularité des systèmes	P. 33
1.2.3 L'importance du recyclage	P. 33
Étude de cas : Rotterdam Urban Metabolism	P.36
1.3 L'éco-système urbain	
1.3.1 Le recyclage urbain, la friche	P. 38
1.3.2 La ville poreuse	P. 39
1.3.3 Le landscape urbanism	P. 40
Étude de cas : M4H+	P.42
Chapitre 2 : Lille et sa métropole	P. 46
2.1 Le contexte du territoire	
2.1.1 Un territoire de réseaux urbains	P. 48
2.1.2 L'union par l'eau	P. 49

2.1.3 Des dynamiques paradoxales	P. 54
2.1.4 La ville productive	P. 56
2.2 Le métabolisme de Lille	
2.2.1 Le cadre de recherche	P. 61
2.2.2 La gestion des déchets	P. 64
2.2.3 La filière du recyclage dans le port	P. 68
2.3 Le contexte local	
2.3.1 Les lieux stratégiques	P. 75
2.3.2 Les contraintes technologiques et naturelles	P. 77
2.3.3 La valorisation du patrimoine productif	P. 80
2.3.4 Les objectifs	P. 81
Chapitre 3 : Régénération de l'infrastructure	P.84
3.1 La friche «Silo Standart»	
3.1.1 L'environnement proche	P. 86
3.1.2 Les enjeux	P. 89
3.1.3 La malterie	P. 92
3.2 La transformation en papeterie	
3.2.1 L'intégration au contexte	P. 97
3.2.2 Le programme	P. 99
3.2.2 La symbiose	P. 111
CONCLUSION	P. 113
Bibliographie	P. 120
Iconographie	P. 124
ANNEXES	P. 127

« Rien ne se perd, rien ne se crée : tout se transforme »

— Antoine Laurent Lavoisier, chimiste et philosophe.

CHAPITRE 1

Métabolisme urbain

Le métabolisme urbain

L'origine

3. Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, [www.cnrtl.fr/definition/métabolisme](http://www.cnrtl.fr/definition/m%C3%A9tabolisme) (Consulté le 13.03.21).

4. HAMLIN Christopher, « City as chemical system?, The Chemist as Urban Environmental Professional in France and Britain, 1780-1880 », in « Journal Of Urban History », Vol. 33 No. 5, Université Notre Dame, 2007.

Metabolé du grec ancien, signifiant la transformation, est un terme communément employé dans le domaine de la biologie. Il désigne l'ensemble des réactions chimiques au sein d'un organisme vivant, qui génèrent ou dégradent la matière, aussi produisent de l'énergie, à partir des constituants chimiques qu'il ingère.³

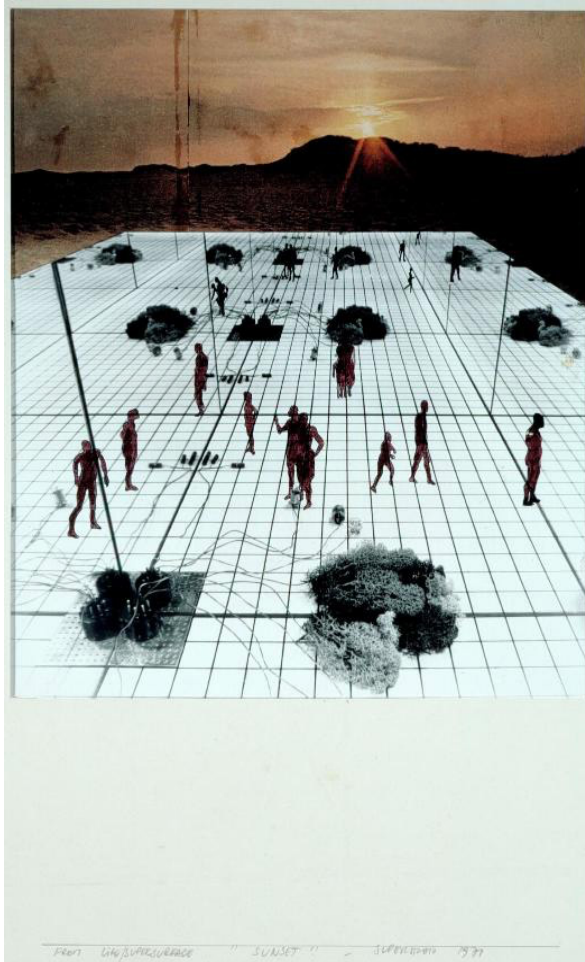
Dans un premier temps, l'hypothèse d'un métabolisme de la ville apparaît lors de la révolution chimique au XVIII^e siècle, alors même que le terme métabolisme n'existe pas encore. Le chimiste Christopher Hamlin⁴ introduit cette notion par la compréhension des villes comme des systèmes chimiques, c'est-à-dire, une entité délimitée avec des entrées (intrants), des sorties (extrants) et des transformations (chimiques), liés à l'activité humaine dans son milieu. La vision globale apportée par cette réflexion était, pour les chimistes de l'époque, une occasion de jouer un rôle clé dans l'analyse et la gestion des villes, afin d'améliorer leur efficacité. Ce fut cependant un échec, en partie due à l'évolution des différents métiers; architectes, urbanistes et plus tard les sociologues qui ont occupé une place déterminante dans le développement complexe des villes jusqu'à aujourd'hui, en répondants notoirement à des besoins immédiats sans penser le «tout» à travers les processus qui l'animent.

L'hygiénisme

5. D'ARIENZO Roberto, *Métabolismes urbains: de l'hygiénisme au développement durable* / Naples / 1884-2004. Métis-Presses, Italie, 2017. p.39

Dans un second temps, selon le philosophe Michel Serres⁵ le fondement originel de la ville reposerait sur un principe métabolique. En effet, la sédentarisation des êtres humains aurait été possible grâce aux échanges entre les milieux construits et naturels, qui ont contribué à la naissance des villes et des activités agricoles.

La pensée métabolique



III.1. SUPERSTUDIO. Vita (Supersuperficie), Sunset. 1971

Photomontage et stylo-bille sur papier argentique N.B. et papier illustré assemblés

La grille de Superstudio, motif singulier comme moyen de contrôle sur l'environnement, s'étend à travers le territoire. Un réseau invisible et continu se met en place, où chaque intersection est formée par un régulateur thermique et une prise universelle distribuant de quoi satisfaire les besoins primaires: eau, air, aliments, lumière et informations par une simple connexion. La vision imaginaire d'une «nature cinétique» par l'abandon de la forme urbaine bâtie, purement définie par des regroupements spontanés d'une humanité libre de ses mouvements et ses relations.

Le métabolisme urbain

	Azote	Acide phosphorique	Potasse
Approvisionnement			
Animaux	6 828 515	2 182 839	3 655 609
Humains	16 626 460	6 078 457	5 596 455
Évacuation			
Gadoues	2 166 129	1 767 105	1 197 071
Fumiers	3 917 631	2 508 491	1 197 321
Vidange	3 981 204	452 409	193 889
Eaux d'égout	13 174 179	3 445 576	5 934 047

III.2. Statistique des principes de la fertilité agricole (en KG). Paris, 1895.

Paul VINCEY (agronome), Projet de régime nouveau pour les ordures ménagères de Paris, Villeurbanne, Imprimerie Chaix, 1901.

Bilan de matière du système d'alimentation et d'excretion estimant les quantités de substances fertilisantes pouvant être rendues sous forme d'engrais aux terres agricoles après la consommation en nourriture des villes. Ce type de bilan n'a qu'une valeur indicative et ne propose pas de solution pour la fermeture des cycles de substance. Toutefois les données révèlent la suffisance nécessaire des matières contenues dans les excréta pour servir la production agricole.

La pensée métabolique

L'existence d'un métabolisme agricole, permettait à la ville de fonctionner de manière cyclique, en réutilisant les excréta organiques produits par l'activité humaine afin de fertiliser les sols tout en s'appropriant des territoires naturels. Ensuite la production des sols fournissait aux habitants un approvisionnement suffisant, fermant ainsi la boucle. Non seulement ce principe basé sur un fonctionnement cyclique, garantissait à la ville un système stable, par la salubrité des zones d'habitations et la sécurité alimentaire. Mais a aussi contribué à l'implantation d'autres activités en ville et la multiplication des échanges économiques. Le caractère spatial et social des villes aurait donc, en partie, été hérité de l'efficacité du métabolisme agricole.

Ce n'est pourtant qu'au XIX^e siècle, dans un contexte de forte croissance démographique et la crainte d'une pénurie, que les ébauches de caractérisation et d'évaluation du métabolisme urbain sont réalisées. Les premiers bilans quantitatifs de matières qui porte sur le système agraire, indiquent alors une estimation des substances, rendant plus évident la relation entre intrant et extrant par la transformation. Les tentatives pour caractériser le métabolisme agricole apporteront ainsi un premier soutien pour les politiques de gestion urbaine d'abord sur des questions de salubrité puis de performance vis-à-vis d'un système circulaire dans les interactions entre les différentes sphères d'activités.⁶

6. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 36-37.

Le développement durable

Ce n'est finalement qu'à partir de 1858 que le terme « métabolisme » s'introduit dans la langue française par le physiologiste Pierre-Hubert Nystem qui l'utilise pour désigner les changements chimiques nécessaires

Le métabolisme urbain

7. Ibid. p. 38

8. BELLAMY FOSTER John, « Marx's theory of metabolic rift: classical foundations for environmental sociology », *American Journal of Sociology*, vol. 105, n°2, 1999, p. 366-405.

9. GUEDES Patrick, « Cities in Evolution: An Introduction to the Town Planning Movement and the Study of Civics, Londres, 1915

10. WOLMAN Abel, « The metabolism of Cities », in « Scientific American », vol. 213, n°3, 1965, p. 179-190.

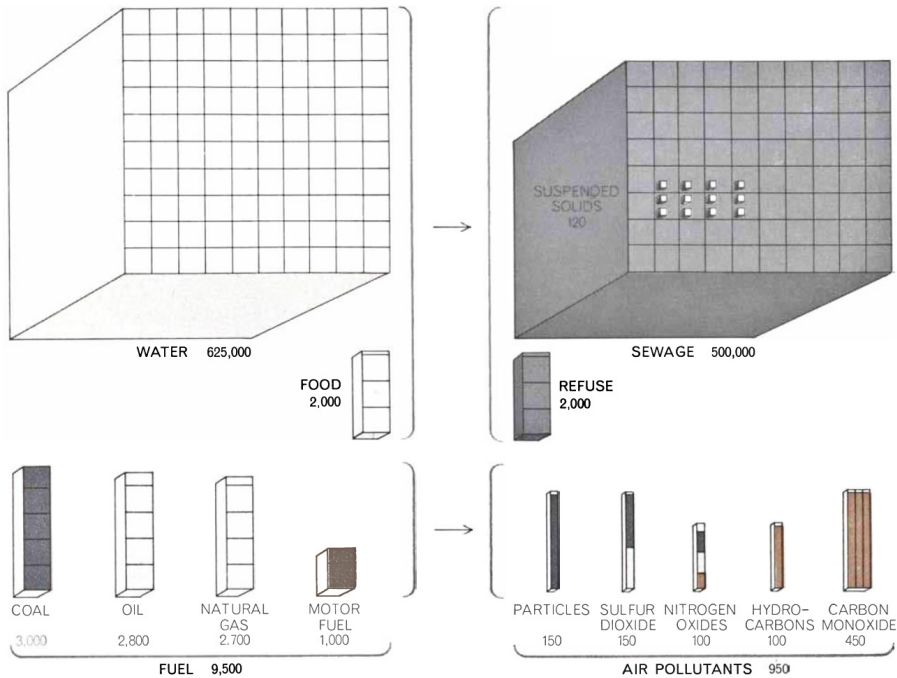
11. D'ARIENZO Roberto, *Métabolismes urbains: de l'hygiénisme au développement durable* / Naples / 1884-2004. MétisPresses, Italie, 2017. p.17

à la vie. Déjà présent dans la langue allemande depuis 1840 (*Stoffwechsel*)⁷, ce terme sera explicitement repris par Karl Marx pour décrire l'exploitation des ressources et leur transformation par le travail qui conduirait à une « fracture métabolique » si les ressources sont surexploitées par les sociétés humaines⁸. Puis le biologiste et sociologue Patrick Geddes (1854-1932), soutiendra aussi la compatibilité physique des échanges matériels et énergétiques inhérents aux sociétés humaines à travers leur dimension urbaine et territoriale.⁹

Toutefois l'idée d'une « chimie urbaine » s'es-souffle à la fin du XIXe siècle mais réapparaît en 1965, grâce à l'ingénieur américain Abel Wolman, le premier à réellement utiliser l'expression « métabolisme urbain » dans un article¹⁰ témoignant de l'impact des villes aux États-Unis sur les ressources et l'environnement. Puis cette démarche aura un regain d'intérêt à partir des années 1970-1980, au travers d'autres réflexions sur « l'écologie de la ville », comme l'a développé le botaniste Paul Davigneaud dans ses études métaboliques à Bruxelles et Charleroi.

Cependant le scepticisme sur son caractère déterministe et organiciste persiste malgré que le terme soit employé de façon métaphorique. Effectivement, la ville n'est pas à confondre avec un organisme, simplement admettre que son fonctionnement dépend des échanges de flux énergétique et matérielle entre les sociétés humaines et la biosphère. Les analyses du métabolisme urbain soulignent ainsi les relations entre les étapes d'un processus, à l'inverse des démarches sectorielles classiques qui traitent indépendamment les ressources et les rejets. L'approche métabolique établit donc l'ensemble des flux urbains comme un système, permettant d'induire les liens au sein d'une aire urbaine entre l'énergie et la matière, mais aussi entre la politique et la technique.¹¹

La pensée métabolique

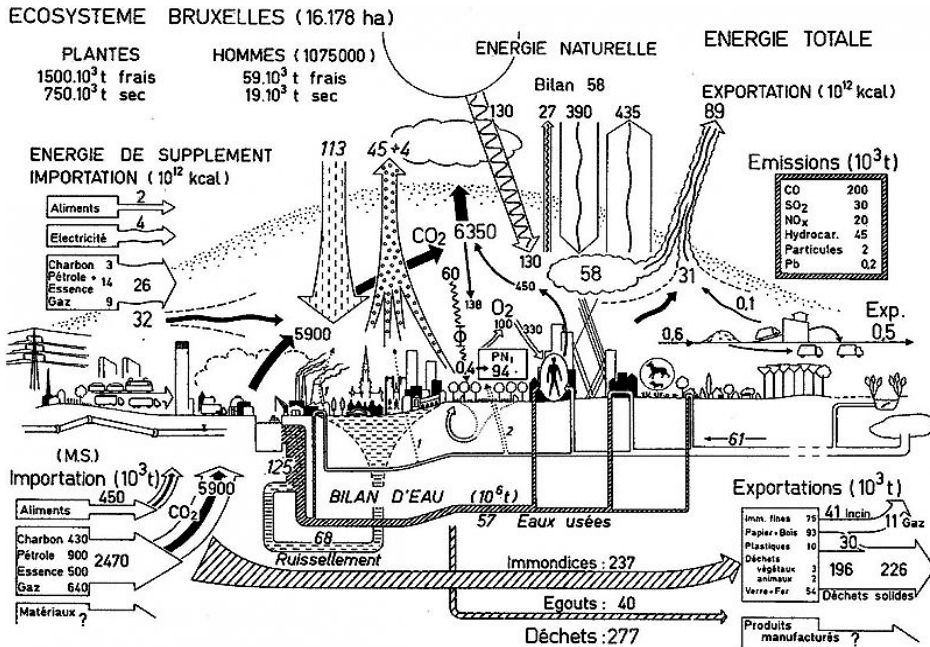


IIL3. WOLMAN A. *Le métabolisme d'une ville (t/J)*, 1965

Illustration dans l'article « The metabolism of Cities », in « Scientific American », vol.213, n°3, 1965, p. 180.

Le graphique illustre le métabolisme urbain, à travers les transactions d'entrées (input) et de sorties (output) d'une ville hypothétique américaine d'un million d'habitants. Les données exprimées en tonne par jour, représentent les transactions communes à toutes les villes; les entrées d'eau, de nourriture et de carburant puis les sorties des eaux usées, des déchets solides et des polluants atmosphériques. Par comparaison on observe que l'eau constitue le plus gros volume consommé dont 20% n'est pas récupéré par le système de collecte des eaux usées. Tandis que la consommation de nourriture est égale à la quantité d'excreta organiques rejetée. Enfin la pollution atmosphérique des villes constitue la plus forte nuisance en ville, causé par la combustion des carburants.

Le métabolisme urbain



III. 4. DAVIGNEAUD P. «Écosystème urbain Bruxellois», 1977

source: <https://archive.metabolismofcities.org/datavisualizations/1-the-urban-ecosystem-of-brussels>

Représentation visuelle du métabolisme urbain à partir des données de la ville de Bruxelles au début des années 1970
L'ensemble des flux sont indiqués de manière illustrée facilitant la compréhension du métabolisme.

Les méthodes de caractérisation

Le métabolisme urbain caractérisé par l'urbaniste Sabine Barles¹² « désigne l'ensemble des processus, par lesquels les villes importent, consomment, transforment, stockent ou exportent de l'énergie et de la matière ». Pour le décrire, les bilans quantifiés sont l'un des outils principaux, portant avant tout sur un périmètre d'étude qui définit les limites du système, géographiques et administratives, selon la disponibilité des données. Ensuite les bilans se répartissent selon trois catégories de flux :

- L'analyse des flux de matières brutes (AFM) détermine le poids du fonctionnement d'une ville ;
- L'analyse des flux d'énergie (AFE) identifie ses besoins énergétiques ;
- L'analyse des flux de substances (AFS) étudie un élément ou composé chimique spécifique : carbone, azote etc.

Puis, il existe également trois méthodes¹³ applicables pour la réalisation de ces bilans selon la disponibilité des données. La première méthode dite « ascendante » (*bottom-up*), se base sur un type d'activité essentiel aux sociétés humaines (par exemple nourrir ou travailler), en décrivant les étapes et en quantifiant le flux qui y sont associés. Cette méthode fait donc appel à des données élémentaires incorporées en fonction des étapes du processus, la somme des différents flux constitue alors le métabolisme urbain.

La seconde méthode dite « descendante » (*top-down*) prend en compte l'ensemble des flux entrants et sortants du territoire étudié, c'est ainsi que le service européen de statistique (*Eurostat*) procède pour la réalisation de bilans nationaux voir continentaux. Contrairement à la

12. BARLES Sabine, 8. Métabolismes urbains, in «Le développement durable à découvert», CNRS Éditions, Paris, 2013. p. 118-119.

13. BARLES Sabines, DUMONT Marc, Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 42-45.

Le métabolisme urbain

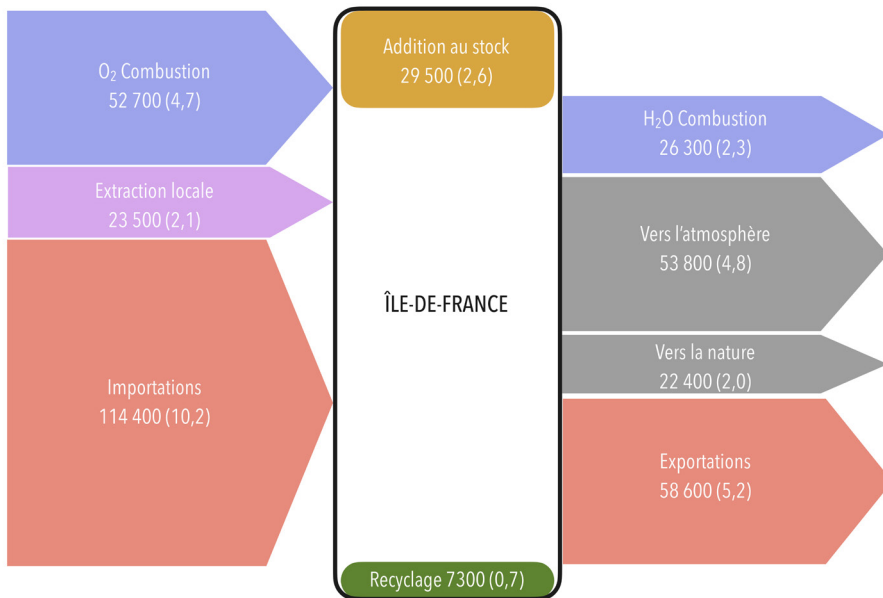
première, cette méthode s'appuie sur des données globales pouvant être décomposées pour décrire le processus. Enfin la dernière méthode est mixte, elle associe la démarche ascendante et descendante fournissant à la fois une précision du processus décrit et des données accumulées correspondants à d'autres phases du flux. Par conséquent la dernière méthode se concentre sur une portion du métabolisme urbain, soit par un ensemble cohérent de matière (matériaux de construction), soit une phase particulière de la circulation de matière ou d'énergie (déchets ménagers et assimilés) ou alors une substance déterminée (carbone).

De plus, la caractérisation du métabolisme d'une ville implique aussi la dimension globale de la circulation d'énergies et de matières dans laquelle s'inscrit un territoire urbain. L'identification de l'origine et la destination des flux étudiés, et les distances parcourues sont nécessaires pour y parvenir. Il y a donc une distinction à faire entre les flux directs et indirects qui interviennent dans le métabolisme urbain. Les flux directs désignent le flux entrant (ressources extraites localement et importations) et le flux sortant (exportation et émissions vers la nature) tandis que les flux indirects comprennent l'ensemble des flux énergétiques et matériels qui ont été nécessaire à la transformation en amont des produits importés, dont les quantités dépassent bien souvent celles du flux entrant.¹⁴

Les enjeux liés à l'étude du métabolisme urbain sont donc multiples, d'une part les bilans insistent sur le principe de conservation de la matière où rien ne disparaît mais se transforme et d'autre part ils questionnent la répartition spatiale des flux entre les zones d'approvisionnement et de rejet généralement situées à l'extérieur du système urbain.

14. Ibid., p. 46

La pensée métabolique



III.5. BARLES S. *Métabolisme de l'Île-de-France, 2003.*

Source: 8. Métabolismes urbains, in «Le développement durable à découvrir», CNRS Éditions, Paris, 2013.

Illustration du bilan de matière brute en **kt** et **t/hab**, avec à gauche les flux entrants et à droite les flux sortants du périmètre de l'Île-de-France. En bleu sont représentées la consommation d'oxygène (intran) et la production d'eau (extrant) due à la réaction de combustion. L'addition au stock de matière résulte de la soustraction équilibrant le bilan, considéré comme interne au système, comme le recyclage également, qui ne constitue qu'une très faible portion de la matière consommée. Enfin, en gris sont représentés les rejets vers la nature, dont les quantités excèdent celles des exportations commerciale.



ÉTUDE DE CAS URBAN METABOLISM : Sustainable development of Rotterdam

Fabric. JCFO. TNO. Biennale Internationale d'Architecture 2014

Les objectifs

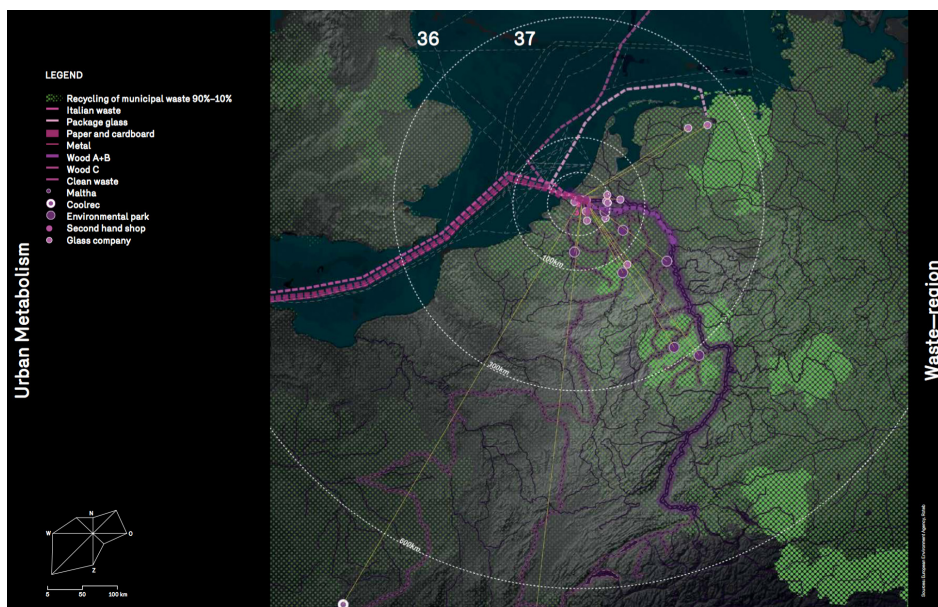
Lors de la biennale internationale d'architecture de Rotterdam en 2014, l'architecte et paysagiste Dirk Sijmons propose :

« Nous pouvons résoudre les problèmes environnementaux mondiaux si nous résolvons les problèmes de la ville. Si nous analysons, comprenons et apprenons à utiliser la structure et le métabolisme de la ville, nous pouvons travailler spécifiquement sur une ville résiliente, et donc un avenir plus durable » (Préface)

Afin de concevoir la ville de manière durable, l'étude insiste sur l'importance d'un système économique axé sur la circularité. C'est-à-dire que la récupération des matières premières est valorisée afin de réduire la destruction de la valeur. Cela permet alors de recréer un « écosystème » propre à la ville qui influence selon les opportunités, la mutation des espaces urbains.

Dans cette réflexion sur la ville à travers son métabolisme, Dirk Sijmons énonce les principaux axes pour la cohérence des projets : garantir aux citoyens l'accès aux besoins quotidiens (eau, nourriture etc), établir une cohésion entre les différents flux urbains, maximiser les effets positifs sur le cadre de vie des habitants et tirer parti des infrastructures urbaines existantes pour freiner l'étalement.

Enfin, dans un souci de performances environnementales, de qualité de vie et d'économie, à Rotterdam, neuf flux de « substances vitales » ont été mis en avant : les marchandises, la population, les déchets, la biodiversité, les énergies, la nourriture, l'eau, l'air puis le sable et l'argile. L'étude du fonctionnement de ces flux spatialisé à plusieurs échelles ouvre différentes perspectives d'action pour chacun d'eux aboutissant à quatre propositions de stratégies d'optimisation à travers les infrastructures. Ainsi dans le cadre de mon travail de recherche j'énoncerais le flux en lien avec mon sujet, à savoir les déchets.



III. 6. Cartographie des transferts de déchets à l'échelle régionale.

Les déchets, un gisement de matière

Dans le cas présent pour la ville de Rotterdam, le bilan des déchets produits regroupent autant les produits électroniques que ceux de consommations ou alimentaires, constituant tous une source de matière première indéniable. Les cartographies réalisées illustrent parfaitement le dysfonctionnement dans le traitement des déchets, qui pour la plupart sont envoyés à l'extérieur de la ville ou mal exploités. Il devient alors évident d'intégrer cette ressource dans une démarche d'économie circulaire par des processus de recyclage. La ville pourrait ainsi se saisir des matières qu'elle contient comme une véritable mine d'extraction. De ce fait, le processus de valorisation ne peut être rendu possible seulement si les citoyens, producteurs de ces déchets, s'organisent autour de nouveaux modes de production et de consommation.

Le métabolisme urbain

La déterritorialisation et la linéarité

Le métabolisme urbain, est par nature, partiellement externalisé du fait que les citadins puisent leur nourriture dans d'autres milieux que l'urbain. Toutefois avec la révolution industrielle, et ensuite la mondialisation, les échanges internationaux se sont amplifiés menant à une externalisation exacerbée du métabolisme des villes. Dans certains cas, les villes ne produisent même plus les ressources physiques qu'elles consomment et dépendent entièrement de territoires toujours plus éloignés. Par conséquent, les liens sociaux et politiques qui unissaient autrefois les villes à leurs territoires proches ont quasi disparus.¹⁵

À cela s'ajoute aussi la linéarisation du métabolisme des villes et des sociétés humaines en général, provoquée par l'industrialisation. La linéarité est caractérisée par une extraction abusive des ressources naturelles, qui ensuite sont transformées, transportées, distribuées et consommées pour finalement être rendues à la nature sous une autre forme et à d'autres endroits. Le principe linéaire du système actuel est alarmant en terme de soutenabilité, car il conduit en amont à l'épuisement des ressources et en aval la dégradation des milieux de vies comme l'indique de nombreux rapports scientifiques d'organisations internationales.¹⁶

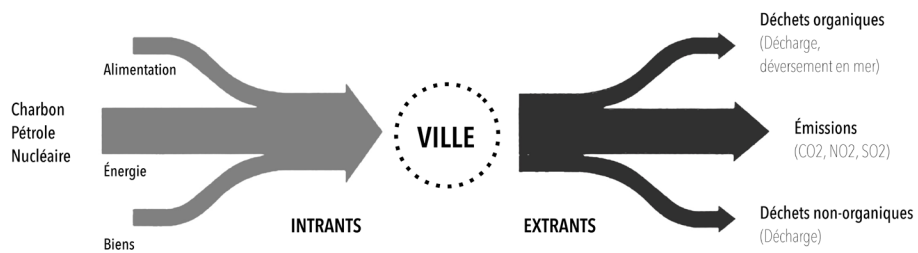
Les conséquences de la consommation des villes sont dévastatrices et se répercutent d'autant plus sur les territoires qui les approvisionnent. Le changement climatique, la pollution de l'air, de l'eau et des sols, ou la croissance des pathologies environnementales font partis de ces conséquences. C'est pourquoi, les villes ont désormais « contracté une dette écologique » concernant les zones qui reçoivent ces déchets solides, liquides ou gazeux, elles se doivent donc de rétablir les équilibres métaboliques afin d'assurer leur durabilité dans l'écosystème.¹⁷

15. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 40.

16. Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), «Global Resources Outlook 2019»

17. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 42.

Le métabolisme circulaire



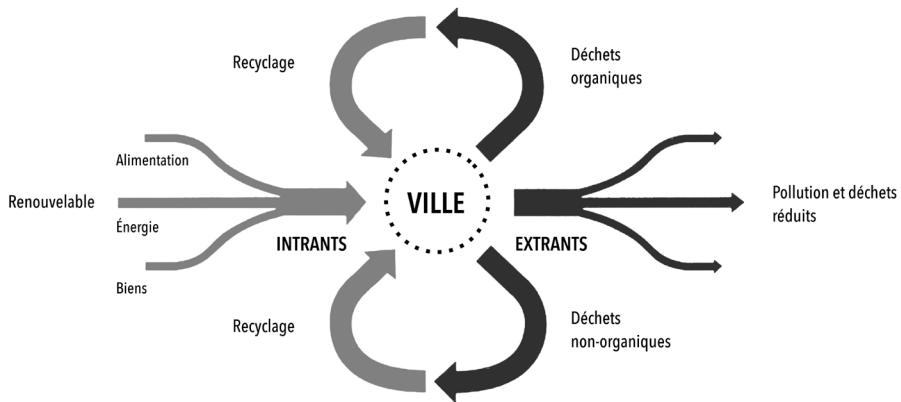
III.7. ROGERS R. *Metabolism of the cities*, 1999.

Diagramme (traduit de l'anglais vers français)

https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-metabolism-of-city-by-Richard-Rogers-Source-Rogers-1998_fig1_340158702

« Les villes avec un métabolisme **linéaire** consomment et polluent à un rythme élevé. »

Le métabolisme urbain



III. 8. ROGERS Richard, *Metabolism of the cities*, 1999.

Diagramme (traduit de l'anglais vers français)

https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-metabolism-of-city-by-Richard-Rogers-Source-Rogers-1998_fig1_340158702

« Les villes avec un métabolisme **circulaire** minimisent les nouveaux apports et maximisent le recyclage. »

Le métabolisme circulaire

La circularité des systèmes

Si l'on reprend les termes de R. d'Arienzo¹⁸, hormis l'existence d'un métabolisme « linéaire dissipant » où les rejets sont considérés comme des déchets dénués d'intérêt, l'évolution historique des villes a quant à elle, démontré l'alternative d'un autre métabolisme dit « circulaire-valorisant » où les rejets sont perçus comme une ressource. Le défi de la circularité résiderait donc dans l'inévitabilité de la production de déchet et la perception de ces déchets comme une richesse. Le biologiste Richard C. Lewontin¹⁹ identifie cette dichotomie, où d'un point de vue organique, la matière rejetée n'est qu'un sous-produit inexploitable. Alors qu'à travers une vision écosystémique cette même matière se présente comme une richesse potentielle, à l'instar des écosystèmes naturels doit être réintégrée synergiquement.

L'idée d'un système urbain comme dispositif écosystémique pourrait ainsi rendre ce milieu plus efficace, prenant en compte les potentialités locales, afin d'induire une métamorphose qui préserve les relations entre l'être humain et son environnement. C'est pourquoi, il est important d'admettre que tout processus transformation génère des « restes », qui sont le produit inutilisable d'un processus (output) mais la ressource d'un autre processus (input). Ces résidus peuvent alors être réintégrés par le recyclage et participer à d'autres cycles de transformation, qui finalement se chevauchent entre eux, comme illustré par Richard Rogers (1999).

Le recyclage matériel

Étant donné la quantité de matière rejetée par la consommation des villes, l'espace urbain peut être perçu comme un « gisement de ressources »

18. D'ARIENZO Roberto, Métabolismes urbains: de l'hygiénisme au développement durable / Naples / 1884-2004.

MétisPresses, Italie, 2017. p.17

19. Introduction au concept de l'*altération productive* : « chaque acte de consommation est aussi un acte de production » (1998) Ibid., p. 34

Le métabolisme urbain

de part de la concentration et la densité des flux physiques et également la complémentarité technique des sphères urbaines: l'habitation, l'activité agricole, la production artisanale et industrielle, générant tous des quantités importantes de sous-produits et rejets variés. Le recyclage de la matière ne peut se faire que par le développement d'infrastructures de traitement, capables d'exploiter les déchets à proximité des lieux où ils sont produits. La valorisation locale peut ainsi faire perdurer le flux durablement au sein du périmètre urbain. Ainsi la ville peut continuer à produire tout en étant plus soutenable écologiquement, ce principe permet en effet de répondre à la demande constante et indispensable de ressources plus locales autres que celles exploitées actuellement parfois trop éloignées, limitées ou chères. La valorisation des sous-produits ne peut qu'améliorer efficacement les liens entre les différents secteurs d'activités urbaines par des bénéfices mutuels comblant respectivement les besoins.²⁰

20. Ibid., p. 39

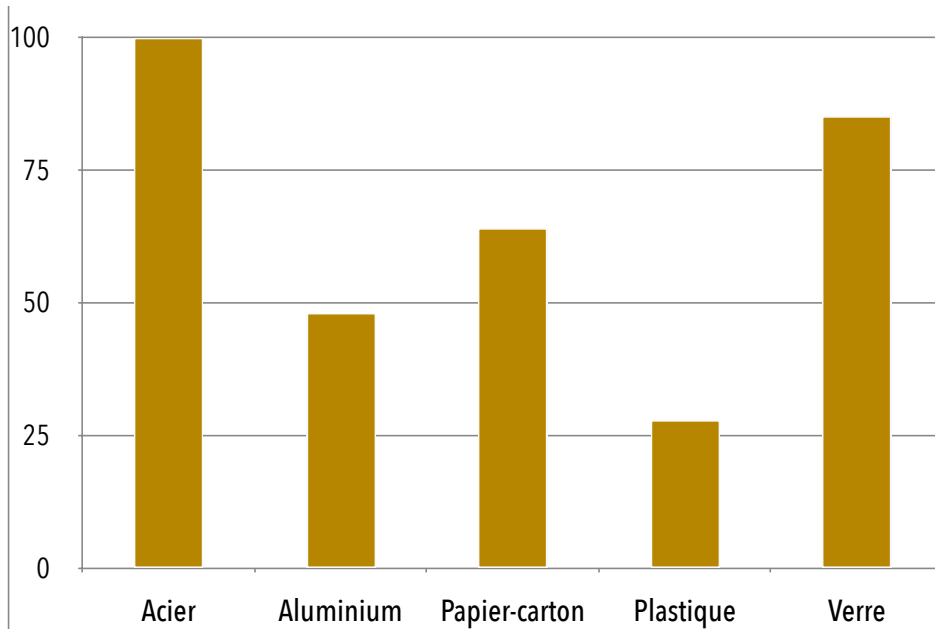
Comme l'explique R. d'Arienzo « Les stratégies diverses mises en oeuvre pour assurer une gestion efficace de ces échanges confirment le rôle crucial que le recyclage joue en tant qu'action indissociable de l'urbain et de ses modes de vie : il ne s'agirait pas de l'émergence d'une conscience environnementale, mais de la prédominance d'impératifs d'ordre économique et technique. »²¹

21. Ibid., p. 40-41

En se basant sur cette idée, on peut supposer que la notion du métabolisme urbain ouvre ainsi de nouveaux champs d'action à élargir. Avec d'une part la synergie d'échanges métaboliques dont l'analogie aux écosystèmes naturels rend explicite les rejets comme ressource exploitable, d'autre part la synergie entre le milieu construit et le milieu naturel étant presque indissociable.²²

22. Ibid., p. 39

Le métabolisme circulaire



III.9. Taux de recyclage en France (en %), 2020

source des données: CITEO

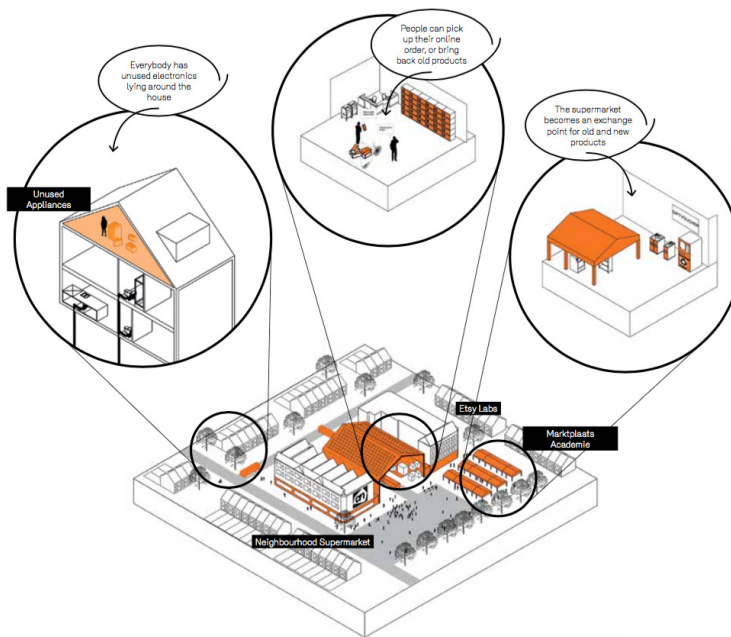
URL : https://bo.citeo.com/sites/default/files/styles/header_template/public/2021-06/20210625_Chiffres_des_2020_Citeo_emballages.jpg?itok=7D3mmMAp

ÉTUDE DE CAS

URBAN METABOLISM : Sustainable development of Rotterdam

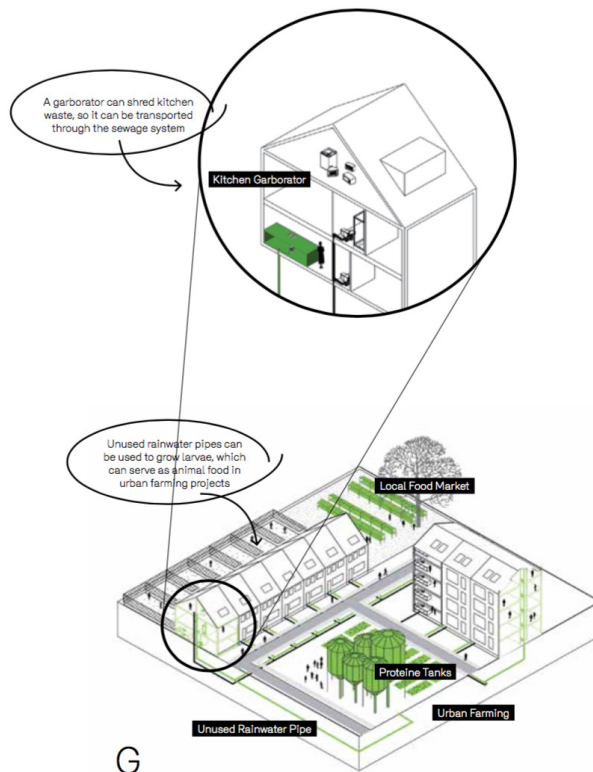
Fabric. JCFO. TNO. Biennale Internationale d'Architecture 2014

Exemple de stratégies opératoires en lien avec la récupération des matières:



III.10. Retour supermarché

Le supermarché peut être un maillon de la chaîne de collecte locale et accessible pour y déposer différentes formes de déchets à valoriser permettant d'être transportés depuis le centre de distribution vers les centres de recyclage afin de réutiliser ces matériaux.



III.11. Collectifs de protéines

Rendre le tri des déchets ménagers plus attractif par la création d'une association de propriétaires utilisant ces déchets pour l'élevage d'insectes comme source de protéine dans le cadre d'une nouvelle agriculture urbaine.

Le métabolisme urbain

La ville renouvelable

Selon l'urbaniste Paola Vigano, penser la ville comme une ressource renouvelable, à travers ses cycles de vie, pourrait rendre le milieu urbain plus durable, grâce à des stratégies de développement basées sur la ressource et son renouvellement. Seul ce qui dépend d'un cycle de vie peut être recyclé, donc recycler la ville consisterait à tenir compte des séquences, des rythmes et des cycles de vie de son tissu urbain. Si l'on admet que la ville peut être recyclée, par portion ou dans son ensemble, par l'achèvement de plusieurs cycles de vie. Cela revient à dire, d'après cette «théorie», que la ville a la capacité de se régénérer de l'intérieur et que sa condition n'est pas fixe. Il ne s'agit alors pas de repartir à zéro mais plutôt d'envisager que les cycles urbains, déjà observables, peuvent s'ouvrir à d'autres cycles par l'interaction de nouveaux espaces et d'acteurs.²³

De surcroît, les espaces résiduels de l'aménagement urbain comme les friches désaffectées, les espaces «d'entre-deux», les terrains abandonnés ou encore pollués, constituent une variété de typologies spatiales à renouveler. En particulier les friches industrielles, issues d'un tissu urbain historiquement caractérisé par un rythme génératif plus rapide que d'autres parties de la ville. Le secteur de la production industrielle d'ordinaire associé au progrès technique et à l'innovation, produit des espaces, des structures et des outils qui se transforment régulièrement et évoluent selon des cycles de production.²⁴

Certains de ces lieux, aujourd'hui délaissés par une crise de l'activité ou la délocalisation, pourraient ainsi s'affirmer comme marqueur des dynamiques complexes de l'évolution urbaine. Ils laissent place à de nouvelles configurations spatiales et de nouveaux scénarios d'exploitation pouvant coexister tout en ouvrant de nouveaux cycles de vies par l'acte du projet.

23. VIGANÒ Paola, extrait de «Recycling Cities», dans *Métamorphose de l'ordinaire: Paola Vigano, Grand Prix de l'urbanisme 2013*. MASBOUNGI Ariella (dir.), Éd. Parenthèse, Paris, 2014. p. 107.

24. D'ARIENZO Roberto, *Métabolismes urbains: de l'hygiénisme au développement durable* / Naples / 1884-2004. MétisPresses, Italie, 2017. p.39

L'éco-système urbain

En revanche le recyclage urbain n'est pas qu'une simple restructuration de la dimension matérielle de la ville, pour P. Viganò, l'inclusion doit aussi participer à la métamorphose, abordant l'aspect social et politique. L'intégration d'un nouveau cycle de vie à une partie de la ville ou du territoire, pourrait renforcer localement les interactions sociales directes. Du fait de ces éléments, la résilience du système urbain s'envisage également par une réflexion sur les conditions qui produisent une diversité entre les usages et les populations. En peu de mots, la notion d'inclusion concerne autant la mixité sociale que la disponibilité ou la distribution des ressources.²⁵

25. VIGANÒ Paola, extrait de «Recycling Cities», dans *Métamorphose de l'odinaire: Paola Viganò, Grand Prix de l'urbanisme 2013*. MASBOUNGI Ariella (dir.), Éd. Parenthèse, Paris, 2014. p. 109.

L'espace urbain poreux

Les difficultés de considération du phénomène urbain dans son ensemble ont conduit Bernardo SECCHI et Paola VIGANÒ, partir des années 1990, à apporter un regard optimiste de l'espace urbain, en s'intéressant particulièrement à la rationalité des changements qui s'y produisent. Les récentes évolutions du système, liées à la globalisation et aux bouleversements économiques, ont inévitablement métamorphosé la ville. C'est pourquoi la nécessité d'inscrire le projet dans un processus d'évolution, par une compréhension des mécanismes de changement, permet aux architectes et urbanistes de concevoir de façon plus évidente la ville, à toutes ses échelles : spatiales et temporelles.²⁶

La prise de conscience écologiste actuelle sur le milieu urbain a d'autant plus favorisé les recherches qui contribuent à multiplier les connaissances en sciences environnementales. Entre autre la pensée écologique et métabolique en urbanisme a renforcé l'idée d'assimilation des sociétés humaines

26. VIGANÒ Paola, extrait de «I territori dell'urbanistica/The Territories of Urbanism», dans *Métamorphose de l'odinaire: Paola Viganò, Grand Prix de l'urbanisme 2013*. MASBOUNGI Ariella (dir.), Éd. Parenthèse, Paris, 2014. p. 80-81.

Voir aussi, VIGANÒ Paola, SECCHI Bernardo, «La ville poreuse : Un projet pour le Grand Paris», coll. vueDensemble, Éd. Métis-Presses, 2012.

Le métabolisme urbain

aux écosystèmes naturels et d'un mode de fonctionnement qui est similaire.

Par ailleurs l'urbanisme, souvent abstrait, serait selon P. Viganò: « (...) attribué à la tâche de définir un territoire de recherche commun au sein duquel diverses disciplines et pratiques professionnelles peuvent coexister et converger (...) ». Chaque projet doit ainsi générer un ensemble d'actions physiques sur l'espace déjà existant, en s'interrogeant sur la pertinence du lieu par l'interaction entre les éléments naturels et les activités urbaines. C'est pourquoi la transformation de la ville doit s'effectuer en tenant compte de l'existant, où de nouvelles spatialités peuvent émerger à partir du vide. En effet, la «ville ordinaire» est décrite ici par ses discontinuités, ses pleins et vides qui produisent à la fois des nouvelles séquences d'espaces et de nouveaux modes d'usage. P. Viganò et B. Secchi distinguent donc deux concepts forts: la porosité du corps urbain et l'isotropie des conditions dans ce tissu urbain. L'articulation urbaine à travers ces concepts donne à voir un espace de « conflit » entre le public et le privé, l'individuel et le collectif, mais également le moment d'une médiation entre les acteurs pour le partage d'un lieu commun.²⁷

27. VIGANÒ Paola, extrait de «I territori dell'urbanistica/The Territories of Urbanism», dans *Métamorphose de l'ordinaire: Paola Viganò, Grand Prix de l'urbanisme 2013*. MASBOUNGI Ariella (dir.), Éd. Parenthèse, Paris, 2014. p.

82.

Le paysage urbain

Ces nouvelles approches sur les rapports naturels et sociaux dans l'environnement construit, mettent en avant l'influence des espaces ouverts dans la conception de la ville contemporaine. Notamment le *landscape urbanism* qui se construit par les paysages à travers l'espace urbain diffu et fragmenté. Du point de vue de cette théorie, les espaces végétalisés ne sont pas une contrepartie

L'éco-système urbain

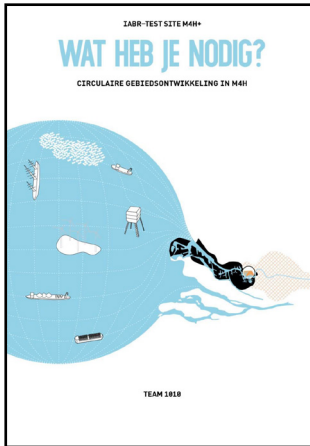
aux dégradations causées par le milieu urbain et ses activités. Le végétal et la ville ne sont alors pas fondamentalement opposés et tous deux participent à l'infrastructure sociale et environnementale, où se mêlent l'espace public et le paysage. La manière de concevoir la ville par le *landscape urbanism* abouti donc à l'exploration de nouvelles formes d'urbanisation et de configuration de l'espace.²⁸

28. Ibid., p.82

C'est le cas des « villes-éponge », un concept introduit par Peter COOK (1975) où la ville est absorbée dans son paysage. De ce fait, les villes établissent des connexions entre l'infrastructure verte et l'intégration de « mesures de développement à faible impact », à travers la conception d'aménagements paysagers qui combinent; récolte des eaux de pluie et limitation du risque d'inondation. D'autant plus que dans un contexte de réchauffement du climat, les infrastructures paysagères contribuent à refroidir naturellement le milieu construit (par l'évaporation) ou également stocker l'eau, une ressource mise à disposition pour différents usages.²⁹

29. ADEME (Agence de la transition écologique), MARRY Solène (dir.), *Adaptation au changement climatique et projet urbain*. Ed. Parenthèses, 2020, p.10

En définitive, les théories de l'urbanisme sur le recyclage urbain, la connexion entre l'infrastructure urbaine et végétale puis l'interaction des cercles d'activités complètent les études métaboliques dans la conception d'un écosystème urbain. Ces éléments pour comprendre la ville à travers ses fonctionnements et ses spatialités, guideront mes recherches afin de mettre en place un projet qui répond aux enjeux contemporains de durabilité du système urbain dans son environnement.



ÉTUDE DE CAS «DE QUOI AVEZ VOUS BESOIN?»

Team 1010 - 1010 Architecture Urbanism

Site web : https://www.iabr.nl/en/projectatelier/testsite_m4h_team1010

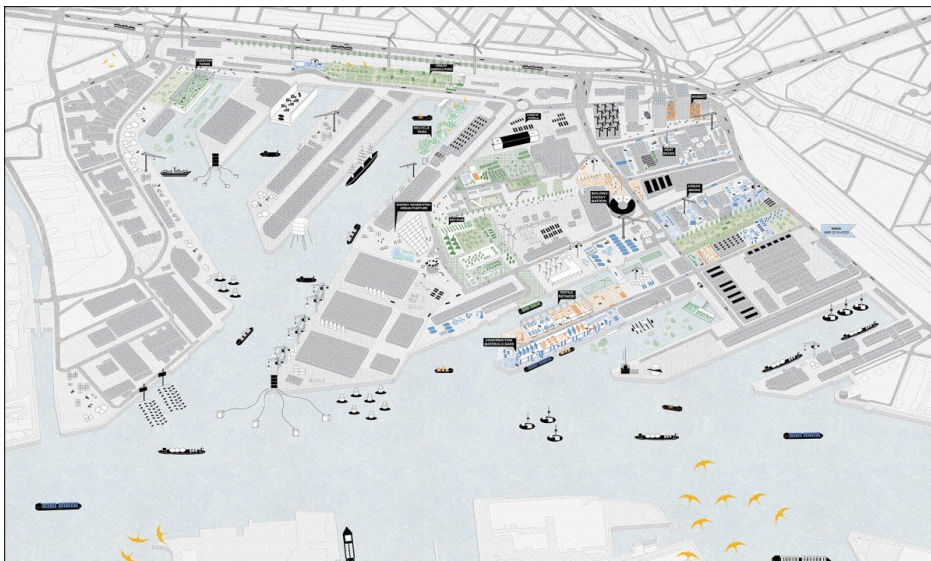
Document : 190604_publicatie_tsm4h_wat_heb_je_nodig.pdf

Les objectifs

Le projet M4H+ fait suite à la Biennale Internationale d'Architecture de Rotterdam (IABR) des éditions 2018 et 2020 consacrées aux objectifs de développement durable et de l'étude du métabolisme urbain de 2014. Lors de la Biennale sont organisés des ateliers de recherche visant à proposer de manière concrète des projets qui accompagnent la transition environnementale et sociale.

Les résultats de cette recherche réalisés en 2017 sont amenés par Team 1010 - 1010 Architecture Urbanism avec Mariska Vogel et Ronald Van Der Heijden. Le site d'essai pour cette étude est le Rotterdam Makers District dont la zone M4H située dans le port de Rotterdam, est un lieu particulièrement adapté pour l'industrie manufacturière innovante. En effet, la « ville-port » tend à se transformer pour offrir des nouveaux espaces de vie mais aussi de travail, c'est un laboratoire pour les entrepreneurs et les politiques dans l'expérimentation d'un aménagement visant une économie circulaire dans la région.

Ce lieu est à la fois un carrefour d'échanges de flux mondiaux et locaux relié par des voies navigables et ferroviaires mais également un vivier d'entreprises innovantes pouvant faire renaître l'activité urbaine et son attractivité à partir d'une économie basée sur le recyclage des matières.



III. 12. Axonométrie du site M4H et ses opportunités.

Les acteurs

La circularité est le fruit d'une coopération au sein d'un réseau commun d'acteurs indépendants et interdépendants, qui ont tous un rôle à jouer. Rendre la ville productive consisterait alors au contrôle des matériaux, une réduction des déchets, une régénération de matières premières ou encore la création de nouveaux emplois, mais cela dépend des installations et des conditions mise en oeuvre pour stimuler l'innovation et amorcer un changement.

L'intention est donc d'aller au-delà de l'inventaire des flux de matières en reliant les infrastructures liées à ces flux avec les acteurs de terrain. Ensuite donner un aperçu du fonctionnement des flux abordés et des opportunités de développement sur le territoire selon leur pertinence. Enfin, les acteurs publics interviennent comme un levier politique pour la construction d'infrastructures de support aux flux (matérielles ou numériques), encourageant cette transition avec des décisions durables et mutuelles entre décideurs, experts et entreprises. Forger des coalitions est une des bases pour le développement circulaire.

ÉTUDE DE CAS

«DE QUOI AVEZ VOUS BESOIN?»

Team 1010 - 1010 Architecture Urbanism

Les flux et chainons manquants

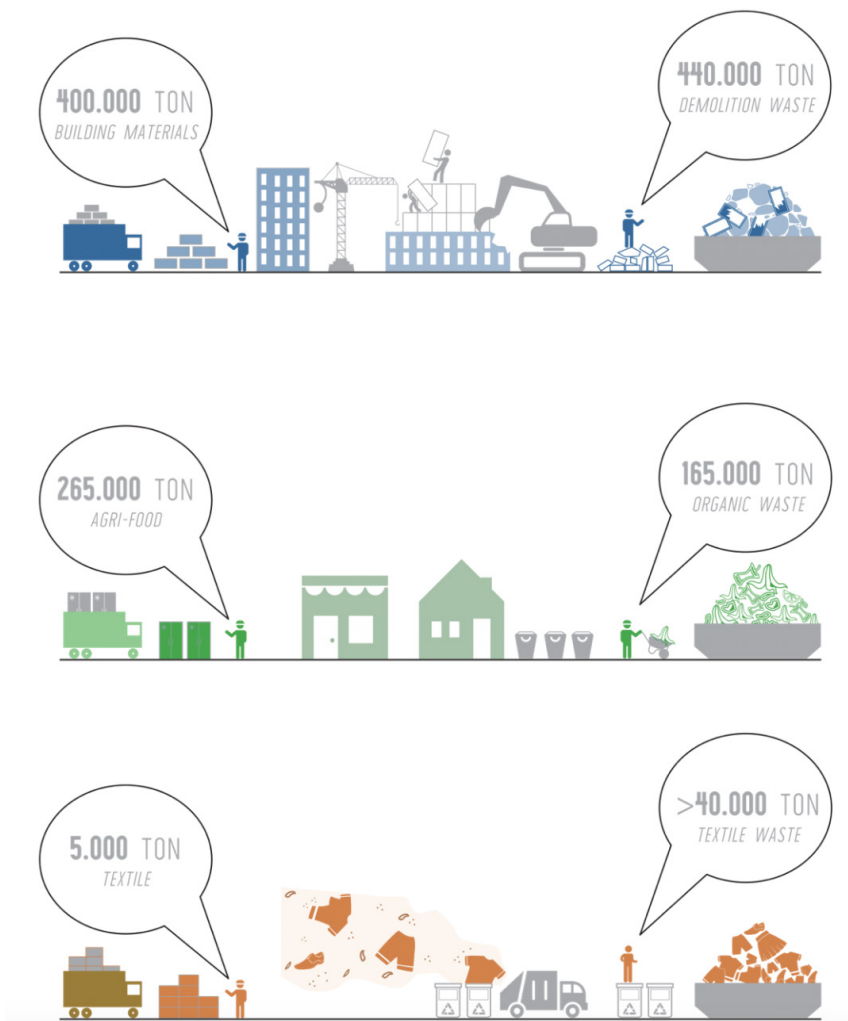
La recherche nécessite également de garder une vue d'ensemble des synergies impliquées dans le métabolisme urbain afin de révéler d'éventuels dysfonctionnements. Cela permet ainsi de trouver les « maillons manquants » dans la chaîne de matière pour raccourcir et re-valoriser les flux globaux, selon les capacités et compétences locales.

La ville peut alors apparaître comme un lieu d'abondance où les matières premières issues des flux résiduels sont extraites, donnant naissance à des nouvelles activités de production et produits innovants. La création d'infrastructures spécifiques est donc une des solutions pour exploiter ce potentiel ignoré. C'est pourquoi, dans le but d'une nouvelle économie urbaine, l'étude s'est focalisée sur les flux résiduels servant de levier économique pour développer des initiatives locales. Les trois filières identifiées ont été : l'agroalimentaire, les matériaux de construction et le textile.

Les projets pilotes

L'aménagement des aires circulaires s'opère ensuite grâce aux équipements partagés mis à disposition pour assurer la coalition des acteurs du réseau. Ces équipements prennent différentes formes; une machine, un bâtiment ou encore une plateforme web. De même pour certaines opérations extérieures, l'espace dédié peut aussi être une parcelle libre et accessible.

Les lieux pilotes font office d'hypothèses apportées aux chainons manquants des flux abordés. À l'issue de l'atelier, trois projets d'expérimentation ont ainsi été proposés, dont un « biohub » qui exploite le potentiel des déchets organiques comme matière première, une banque de matériaux pour la réutilisation de matériaux de construction et une raffinerie textile utilisant des techniques de recyclage mécanique et chimique des tissus.



III. 13. Comparaison des quantités de matière apportées et rejetées selon les filières.

*« La crise n'est pas comme une maladie dont on ne peut sortir : elle est
comme une sorte de nouvelle naissance! »*

— Pierre Mauroy, Maire de Lille (1973 à 2001).

CHAPITRE 2

Lille et sa métropole

Lille et sa métropole

Un territoire de réseaux urbains

30. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 22

31. <https://gallica.bnf.fr/blog/16022022/apogee-et-declin-de-lindustrie-textile-lille-roubaix-et-tourcoing-au-20e-siecle?mode=desktop>

« Apogée et déclin de l'industrie textile à Lille, Roubaix et Tourcoing au 20^e siècle ». Par la BnF (Bibliothèque nationale de France).

Site consulté le 06.05.2022

32. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 23.

La région des Hauts-de-France, dont Lille est le chef-lieu, n'a pas attendue pour se confronter aux problèmes sociaux et environnementaux sur son territoire. Néanmoins la région est toujours affectée par de nombreux paradoxes qui persistent; associant au sein de son territoire, une métropole à dominance productive, l'une des premières métropoles agricoles de France, et plusieurs systèmes régionaux à dominance résidentielle dont le potentiel d'attractivité est très différencié.³⁰

Le déclin des industries du textile de Lille, Roubaix et Tourcoing³¹ à partir des années 1970, et celui de l'exploitation minière dans la région à la même période, a fortement impacté l'attractivité du territoire. C'est pourquoi la métropole lilloise s'efforce d'établir un nouveau système productif, notamment en diversifiant ses activités dans le tertiaire, accentuant le paradoxe entre l'agitation des quartiers d'affaires et l'abandon des zones industrielles du territoire métropolitain.

De plus l'organisation des institutions dans cette région est en constante redéfinition, de par les politiques publiques et les réformes territoriales qui complexifient la lecture. Malgré les efforts en place, les politiques publiques parviennent difficilement à inclure dans ses décisions la position stratégique transfrontalière, les inégalités sociales et territoriales ou encore la gestion efficace des ressources spatiales et naturelles.³² Cependant la création en 2008 du groupement européen de coopération territoriale (GECT) de l'Eurométropole Lille-Kortrijk-Tournai permet à la métropole de développer des projets communs à dimension européenne, en renforçant les liens entre les intercommunautés pour une meilleure gestion des ressources. Alors qu'à une échelle plus large, les systèmes de réseaux de villes; dont l'arc Sud du Bassin Minier (Arras, Béthune, Lens, Douai et Valenciennes),

Le contexte du territoire

la région de Cambrai-Maubeuge et la Côte d'Opale (ouverture maritime élargie de Dunkerque à Calais), s'inscrivent dans une logique d'interdépendance fonctionnelle aux relations univoques de « servants à servis ». Ces systèmes majoritairement résidentiels, fournissent ainsi la métropole en main-d'oeuvre ou en ressources (comme l'eau).³³

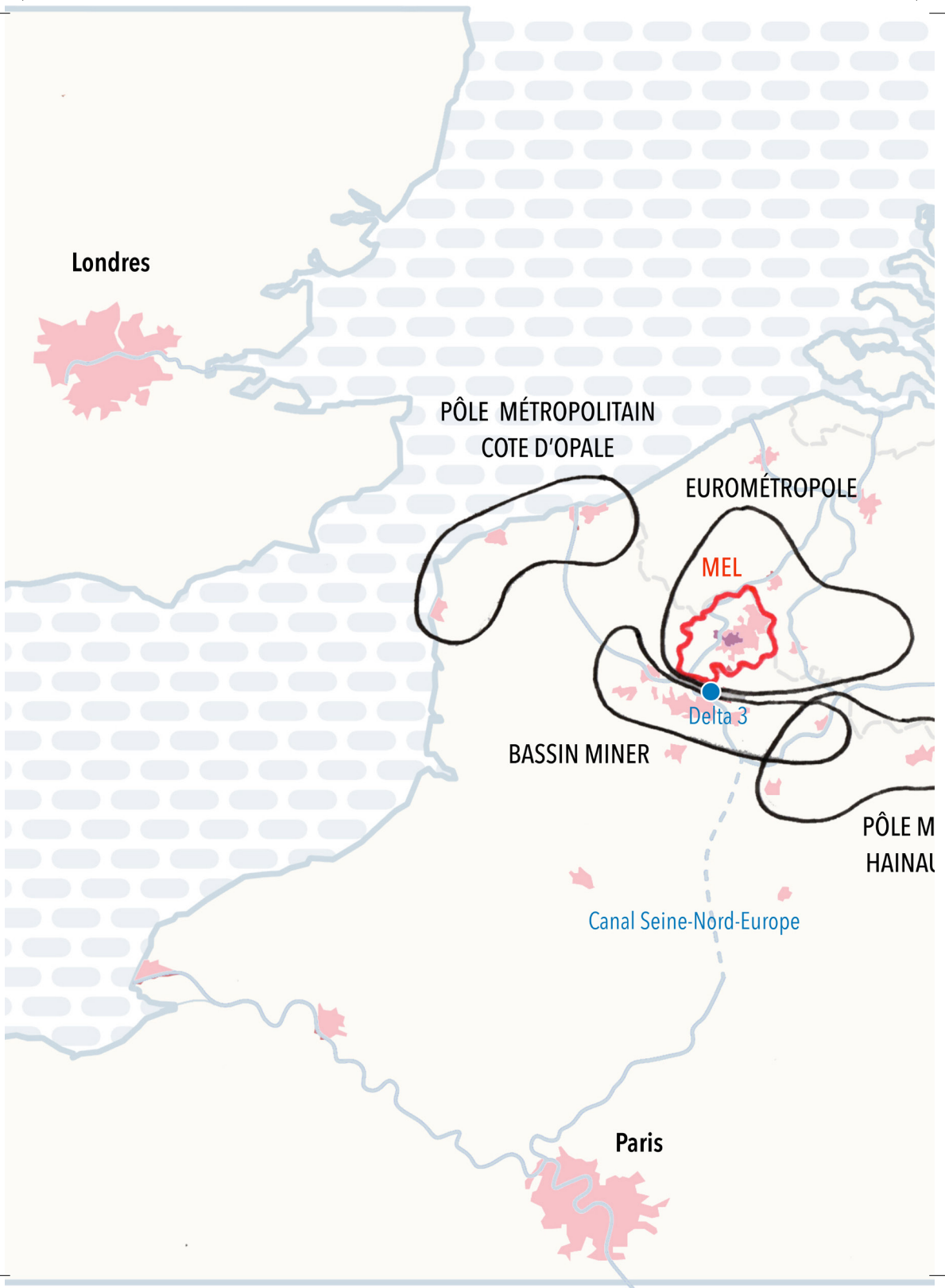
33. Ibid., p.25

Ainsi la Métropole Européenne de Lille (MEL), en s'inscrivant dans une région où de multiples coopérations entre les institutions et les différents systèmes urbains, malgré quelques difficultés, tend à renforcer sa position d'unification du territoire, notamment en partageant des valeurs communes au travers d'initiatives qui amorcent la transition socio-environnementale en repensant les modes de production qui, auparavant, animaient ce territoire productif.

L'union par l'eau

Le vaste territoire transfrontalier, dans lequel s'inscrit la métropole de Lille, se structure à travers un réseau hydro-géographique caractéristique de l'identité de la région. Ainsi la métropole compte bien tirer profit de cette position stratégique, notamment à l'aide du Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) qui réunit autour d'objectifs communs et cohérents, les différents acteurs publics et privés sur certaines zones du territoire. Les enjeux au bord du canal de la Deûle, traversant la ville, sont alors multiples, en terme d'attractivité économique, touristique, résidentielle ou encore des enjeux énergétiques et environnementaux. L'eau apparaît alors comme un levier pour le développement de projet générateur d'actions innovantes, un atout commun à valoriser, protéger et gérer.³⁴

34. EUROPAN 14, « Lille, île des Bois Blancs : L'île des possibles, berges sous influence productive », dossier de site, 2018, p. 31.





CARTOGRAPHIE

Les coopérations territoriales

Lille et sa métropole



Photographie du terminal conteneur du port fluvial

Le contexte du territoire

La dynamique « d'espace bleu » promulguée par l'Eurométropole depuis 2016 a permis de dégager des axes stratégiques pour un territoire durable, unissant les acteurs et les moyens d'actions par des connexions entre les projets, favorisant le partage des connaissances et des expériences. Ce « territoire de vie » aux appropriations diverses constitue un réel support de développement urbain le long du Canal de la Deûle, qui produit une articulation urbaine et paysagère entre le centre-ville de Lille, sa métropole et au-delà de ses frontières. Les directives opérationnelles en vigueur ont déjà enclenché les mutations et le renouvellement de certains de ces espaces, malgré cela, des dispositifs manquent encore pour intégrer harmonieusement des activités productives et économiques, bien souvent privées et inhérentes aux voies fluviales.³⁵

D'autant plus que la région métropolitaine lilloise est un carrefour d'échange transeuropéen, qui tend à se renforcer par la relance de l'axe fluvial « Canal Seine-Nord-Europe » avec la plateforme logistique Delta 3 aux portes de la métropole. Une position stratégique qui n'est pas sans conséquences pour la MEL, dont les flux d'échanges commerciaux (majoritairement routier) participent aux différents problèmes environnementaux auxquels elle est confrontée.³⁶

L'ensemble de ses opportunités amène donc au thème de la ville productive, que j'aborde en dernier point, qui a pour objectif d'organiser les interactions entre habitat, industrie, artisanat, tertiaire, commerce ou logistique sur un territoire ouvert nécessitant donc de repenser la manière dont on produit l'espace urbain.

35. EUROPAN 14, « Lille, île des Bois Blancs : L'île des possibles, berges sous influence productive », dossier de site, 2018, p. 33.

36. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 28.

Lille et sa métropole

Des dynamiques urbaines paradoxales

37. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 27.

Si l'on s'intéresse de plus près à la Métropole Européenne de Lille (MEL), son périmètre administratif contient un pôle urbain qui se structure en plusieurs strates, sur un territoire postindustriel encore marqué par de forts contrastes. D'abord des contrastes sociaux flagrants entre certaines communes, faisant d'elle une métropole à la fois pauvre et inégale tout en restant attractive.³⁷

Ensuite un contraste de densité urbaine, laissant apparaître une première structure urbaine, composée d'un pôle urbain dense appartenant au système lillois, et dont la morphologie n'est pas radiocentrique mais plutôt articulée sous une « double conurbation linéaire », avec d'un côté la ville de Lille et le tandem Roubaix-Tourcoing (arc Nord), aux concurrences historiques encore perceptibles. Et de l'autre, la conurbation Lomme-Lille-Villeneuve d'Ascq ayant pour but initial de contre-balancer la première conurbation par des zones d'activités, des équipements publics ou des logements. Tandis que les zones au Nord, à l'Ouest et au Sud ont une prédominance rurale où la population est beaucoup plus dispersée. Démontrant ainsi la complexité des politiques publiques qui focalisent les moyens opérationnels sur une faible partie du territoire géographique (seulement 1/3), celle la plus urbanisée.³⁸

38. Ibid., p. 24

Par ailleurs la MEL est une métropole dite « polycentrique » avec une gouvernance multilatérale et multiscalaire, dont l'histoire politique est instable. Contrairement aux « métropoles résidentielles » développées selon un modèle urbain monocentré avec un système politique centralisé et stable.³⁹ Cette particularité due à une combinaison complexe des différents systèmes autonomes et réseaux de villes contribuent en partie aux difficultés de gouvernance sur le territoire lillois.

39. Ibid., p. 23



CARTOGRAPHIE
La morphologie urbaine de la métropole

Lille et sa métropole

40. Ibid., p. 27

Enfin des contrastes liés aux infrastructures matérielles de transit des flux (logistique, transport, mobilité), vers et à travers la métropole, qui s'instaurent à des échelles multiples; entre la métropole, l'aire métropolitaine et l'Eurométropole, amenés par des déplacements importants liés au tourisme, aux travailleurs quotidiens et aux échanges de matières.⁴⁰

41. Ibid., p. 29

Ainsi ces paradoxes mettent en évidence d'une part la nature des enjeux relatant au métabolisme de la métropole pour comprendre le territoire et d'autre part l'ambivalence des politiques d'aménagement entre les collectivités. Une ambiguïté du discours politique misant à la fois sur la volonté d'une stratégie de densification et de reconstruction de l'existant et une volonté d'égaleriser le territoire par l'aménagement de nouvelles centralités, provoquant des discordances sur certains des enjeux, comme la maîtrise de l'étalement urbain ou les tensions sur l'usage des sols agricoles ou résidentiels.⁴¹

La ville productive

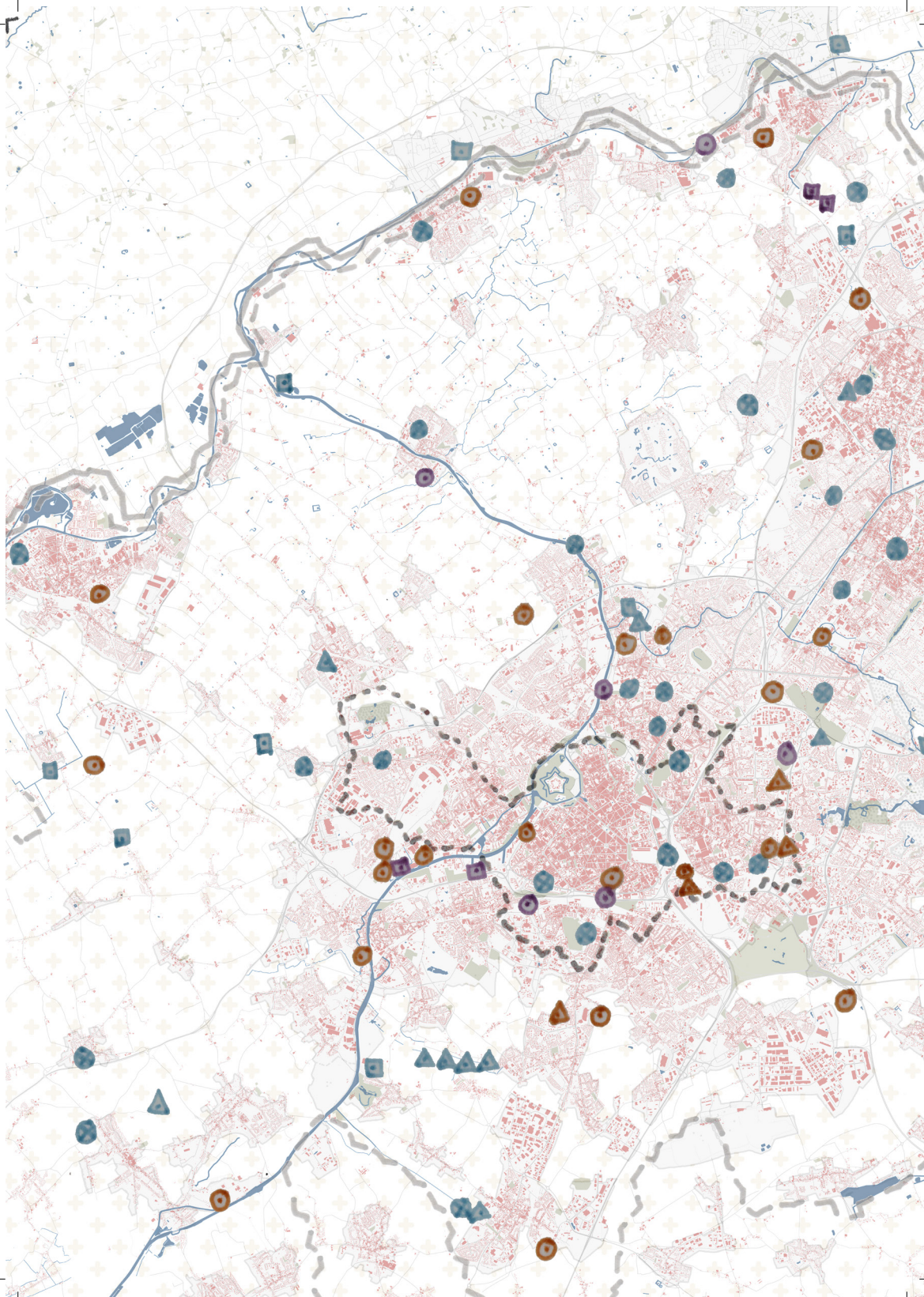
Le thème de la « ville productive » énoncé lors du concours *Européen 14* pour la métropole de Lille questionne la place, l'architecture et les associations urbaines pouvant aboutir à une production contemporaine de la ville, cf. aux problématiques de durabilité. En effet la production monofonctionnelle perd de son intérêt et tend à évoluer vers plus de mixité dans l'espace urbain, par la transformation et l'adaptation aux nouveaux modes de vie. La résilience ouvre donc un nouveau cycle de la « fabrique de la ville » invitant à repenser la séparation entre les différentes activités, avec l'eau comme lien d'unification. D'autant plus que la conjoncture actuelle offre de nombreuses opportunités de recyclage,

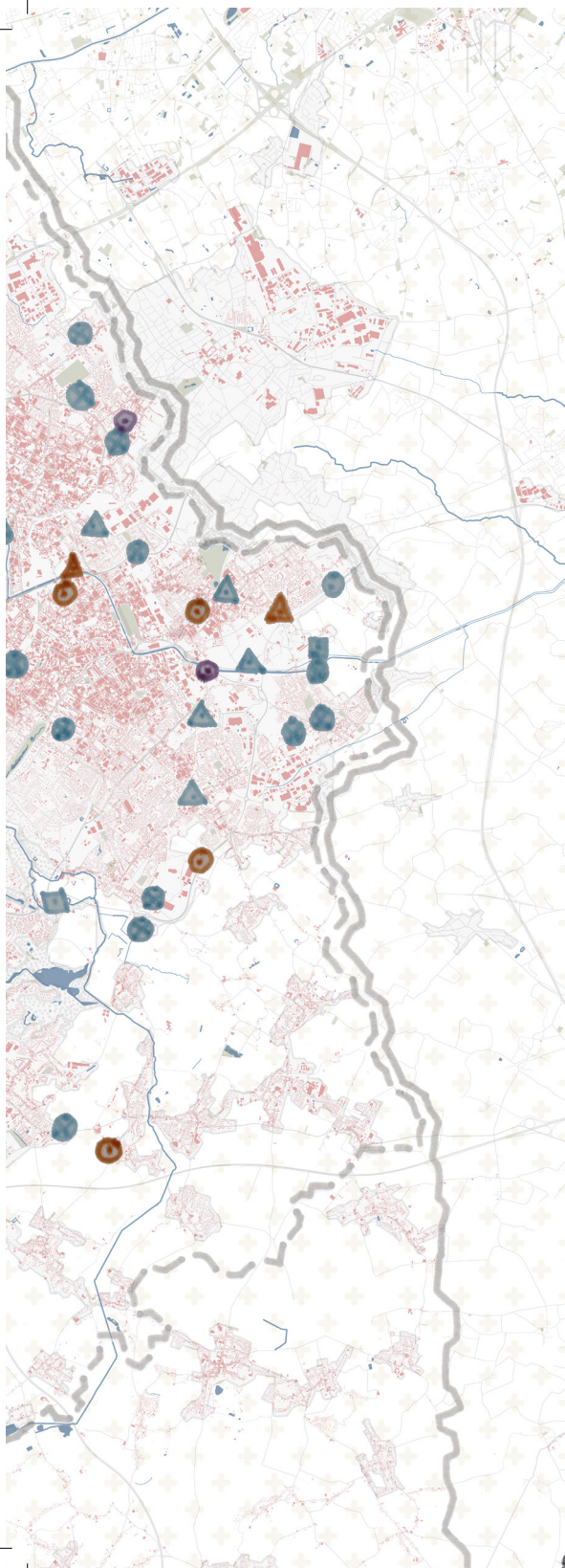
Le contexte du territoire

réutilisation ou régénération de certains lieux délaissés par l'aménagement sectoriel du territoire.

Ces lieux peuvent ainsi participer au désenclavement des zones d'activités avec comme principal enjeu d'implanter d'autres activités économiques de « taille humaine » afin de consolider les liens sociaux et historiques du territoire par un équilibre dans la mixité des usages. De plus, l'implantation de nouvelles activités est bénéfique pour la métropole en terme de création d'emplois locaux mais aussi des circuits-courts et des cycles vertueux assurant plus d'autonomie. Les entreprises sont également concernées par cette stratégie de proximité, c'est pourquoi il est nécessaire d'apporter des visions convaincantes à travers de symbolique et d'imaginaire pour rendre possible les mutations du territoire urbain, économique et social.⁴²

42. EUROPAN 14, « Lille, île des Bois Blancs : L'île des possibles, berges sous influence productive », dossier de site, 2018, p. 9.





CARTOGRAPHIE

Les infrastructures associées au métabolisme urbain

Lille et sa métropole



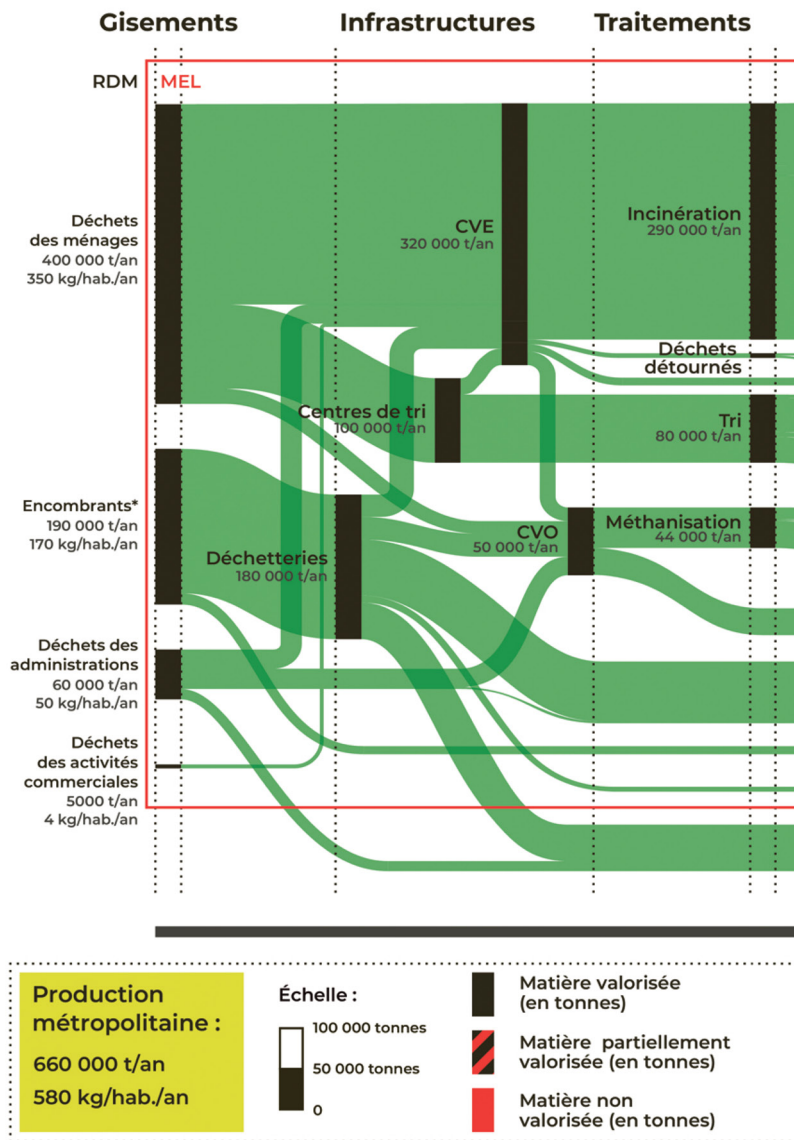
Photographie des activités liées aux matériaux de construction dans le port fluvial

Le cadre de recherche

Dans cette seconde partie nous verrons en quoi la caractérisation du métabolisme urbain peut servir comme levier de conception pour un projet d'architecture, en vue de cibler un site d'intervention jusqu'à l'élaboration du programme dans le contexte singulier et propice de la MEL. Pour la réalisation de ce travail, je me suis alors principalement appuyé sur l'étude de S. Barles et M. Dumont, consistant à caractériser le métabolisme de la métropole lilloise par le biais de cinq flux de matière (l'énergie, l'alimentation, l'eau, les matériaux de construction et les déchets ménagers), afin de mieux cerner les difficultés de mise en oeuvre d'applications concrètes d'une transition socio-écologique du territoire. L'étude s'articule autour de deux hypothèses principales, d'abord celle de l'interdépendance qui questionne les relations de dépendance entre les institutions, les acteurs publics ou privés, puis celle de la dimension matérielle qui en découle, pour proposer une analyse pertinente du territoire métropolitain et de son fonctionnement, étant primordial afin de répondre aux enjeux socio-écologiques actuels.⁴³

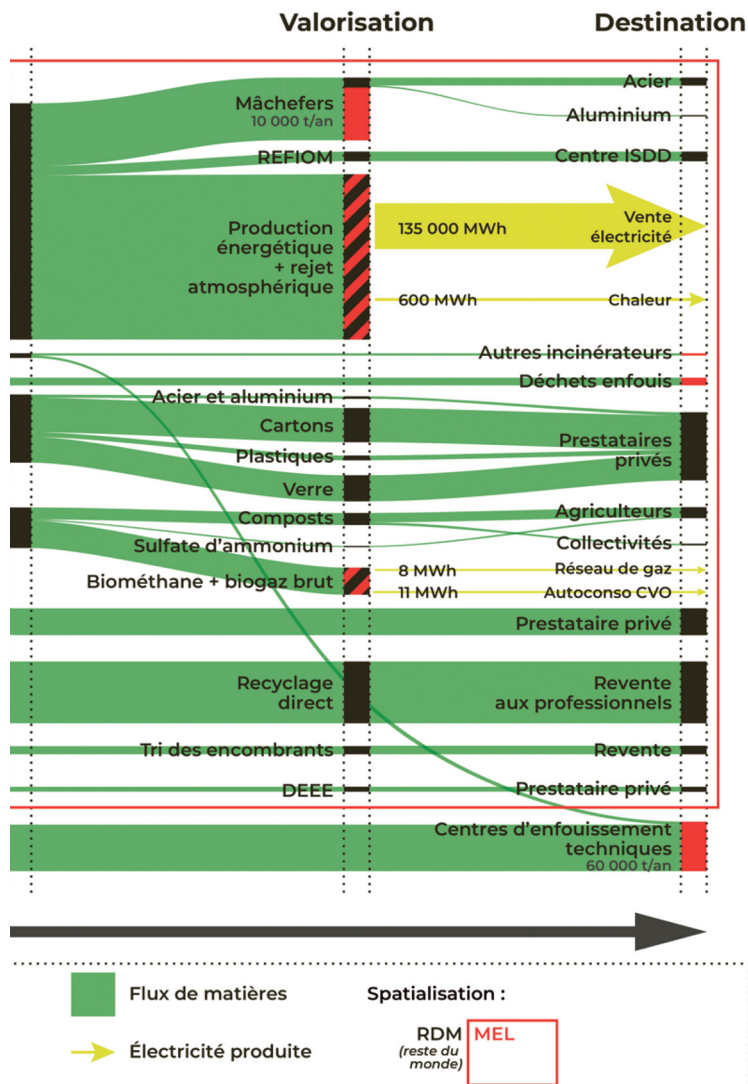
L'étude réalisée révèle ainsi que l'externalisation et la linéarité du métabolisme de Lille concernent, à des degrés différents, tout les flux; que ce soit à l'échelle régionale et transfrontalière pour l'eau, le BTP et les déchets ménagers, jusqu'à l'échelle internationale pour l'alimentation et l'énergie. À partir de ce constat, dans une optique de circularité économique et de réintroduction de l'industrie en ville, en tant qu'architecte il y a là une occasion pour se saisir des données de quantification des flux et stocks d'une ressource ainsi que leur spatialisation au sein du territoire ; puis de les superposer à la configuration spatiale des espaces ouverts (trame verte/bleue et vides urbains) de manière à identifier les

43. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 12-16.



III.14. Bilan des déchets ménagers et assimilés

BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 80-81.



* Il s'agit d'une catégorie générique regroupant les déchets ne pouvant être pris en charge par les circuits de collecte classiques. Des matières végétales au volume trop important sont comptabilisées.

Lille et sa métropole

44. OTERO PENA Daniel, PERROTTI Daniela, MOHAREB Eugene. «Advancing urban metabolism studies through GIS data: Resource flows, open space networks, and vulnerable communities in Mexico City». *Journal of Industrial Ecology*. 2022, p.1-17.

opportunités de disponibilité et d'accessibilité d'une ressource dans l'espace urbain⁴⁴ pouvant faire émerger une nouvelle infrastructure de traitement, comme un équipement public productif et culturel, capable de réintroduire la matière rejetée d'un processus dans un système plus local tout en s'ouvrant aux habitants. Au terme de cette réflexion, j'ai donc choisi de m'intéresser aux flux de déchets ménagers qui, d'un point de vue du recyclage, présentent un gisement considérable de matériaux facilement exploitables.

La gestion des déchets

Le flux de déchets révèle les paradoxes métaboliques lillois selon S. Barles et M. Dumont. En France et comme dans d'autres pays, les déchets municipaux sont les plus représentés, alors qu'ils ne constituent qu'une faible portion des déchets produits par nos sociétés (13%). Cela est notamment dû au fait que leur gestion appartient aux acteurs publics, relevant des compétences des communes et, depuis la Loi Notre, celles des intercommunalités. Les déchets municipaux sont ainsi composés de déchets ménagers (produits par les ménages), des déchets assimilés (produits par les activités économiques de la collectivité) et des déchets de la collectivité (déchets verts, boues etc.). Ces déchets sont particulièrement intéressants car ils questionnent aussi le rôle des citoyens, dans un but préventif sur leur production et de leur valorisation. Ils présentent donc une opportunité de réflexion sur la manière dont cette ressource peut être exploitée au sein de la métropole.⁴⁵

45. BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 78.

La gestion des déchets s'inscrit à l'intérieur du périmètre de la MEL, grâce au principe de proximité établi depuis la Loi 1992. La répartition du flux s'organise

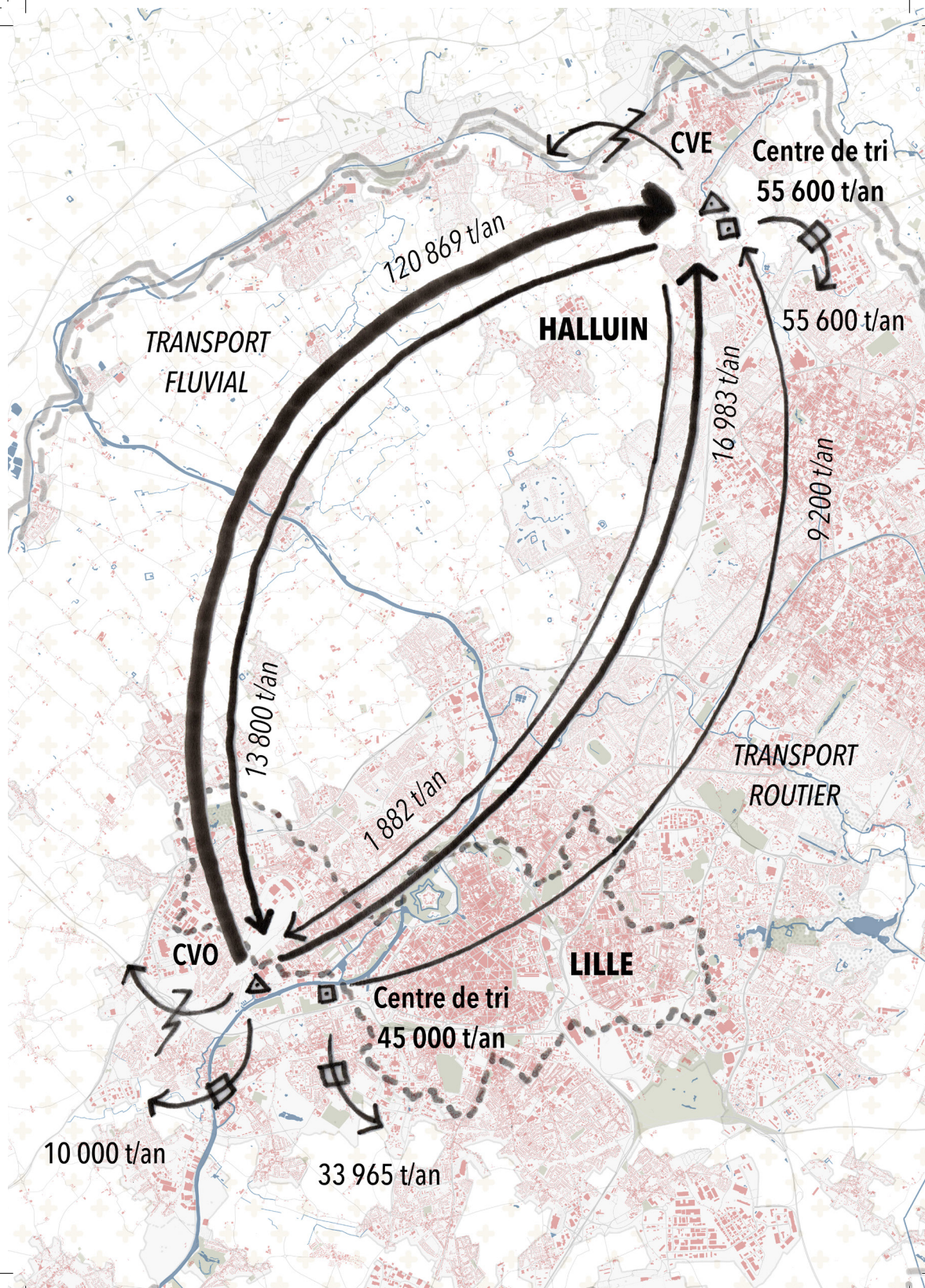
Le métabolisme à Lille

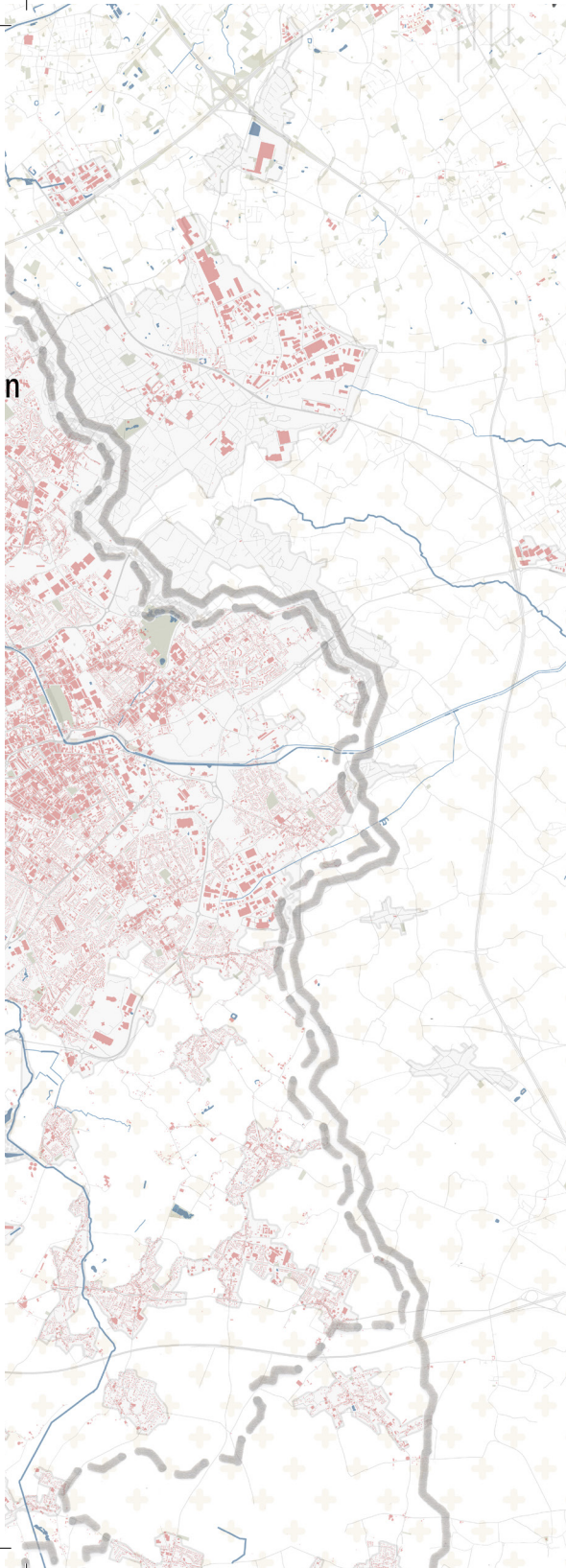
de manière complexe entre les différentes infrastructures de traitement, dont les centres de tri, le centre de valorisation organique (CVO), le centre de valorisation énergétique (CVE), les déchetteries ou encore le centre d'enfouissement qui se situe en dehors du périmètre de la métropole, à Limay dans les Yvelines. Malgré les performances du système en terme de valorisation certaines barrières persistent, comme les centres de tri qui revendent les matières récupérées à des prestataires privés, éliminant de ce fait leur traçabilité et leur destination, bien souvent hors de l'aire urbaine de Lille.⁴⁶

46. Ibid., p. 79.

Par ailleurs, le bilan permet aussi de constater la part déterminante de la valorisation énergétique dans le traitement des déchets, pour la production d'électricité et de chaleur. C'est ainsi que 44% des déchets qui sont incinérés au CVE, basé sur un principe de cogénération d'énergie et de chaleur rendant la technique plus performante. Toutefois, comme le précise les propos de S. Barles et M. Dumont: « Il faut néanmoins relativiser le rôle de la valorisation dans le bilan énergétique de la MEL: elle ne fournit que 0,5% de la consommation d'énergie finale totale. ». En effet la majorité de l'énergie produite est, en fin de compte auto-consommée par l'infrastructure. Alors que dans un même temps, le projet d'extension du réseau de chaleur requière que la technique de l'incinération reste le moyen de traitement privilégié. C'est pourquoi, S. Barles et M. Dumont mettent en garde, « La nécessité d'un approvisionnement constant en matières à incinérer peut donc entrer en conflit avec la politique de prévention ou de valorisation matière et provoquer un effet d'ornière (routine) technique. Ce sacrifice de l'énergie à la matière est récurrent dans les politiques de gestion des déchets en France depuis la Seconde Guerre mondiale. »⁴⁷

47. Ibid., p. 83.





CARTOGRAPHIE

Les transferts de déchets entre les centres de valorisation

Lille et sa métropole

En définitive, les objectifs concernant le flux de déchets sont, d'une part la prévention auprès des citoyens pour assurer la réduction et la qualité des déchets produits et d'autre part la valorisation matérielle afin de continuer à faire circuler la matière dans un nouveau processus. Les infrastructures de traitement sont regroupées sur deux sites; le site d'Halluin en périphérie de la MEL avec un centre de tri et le CVE, ensuite le site du port fluvial de Lille avec un second centre de tri et le CVO. Les deux centres de valorisation, distants de 40kms, s'échangent alors les déchets en fonction de leur compétences de traitement par voie fluviale facilitant ainsi le transfert après la collecte.⁴⁸

Dans la suite de mes recherches, j'ai alors porté mon attention sur le site du port fluvial, présentant de nombreuses qualités en terme d'accès et d'échanges à proximité du centre ville et des entreprises industrielles.

La filière du recyclage dans le port fluvial

Le port fluvial regroupe trois entités liées au processus de traitement des déchets. Dont le centre de tri, géré par la société Triselec pour le compte de la MEL, qui a traité en 2019, 41 436 tonnes de déchets ménagers pour une capacité nominale de 60 000 tonnes. Selon le bilan de 2020, le verre représente la plus grande part (40%) des déchets valorisés contre 23% de papiers et de cartons valorisés, à cela s'ajoute 7% de flacons plastiques et 3% de métaux. Les 27% restants sont les matières refusées, en fonction de leur qualité, qui seront ensuite envoyé au CVO ou au CVE afin d'être valorisées en production énergétique.⁴⁹

48. <https://www.norlink.fr/actualite/le-transport-des-dechets-par-voies-fluviales>
«Le transport des déchets par voie fluviale». Par Norlink
Site consulté le 20.05.2022

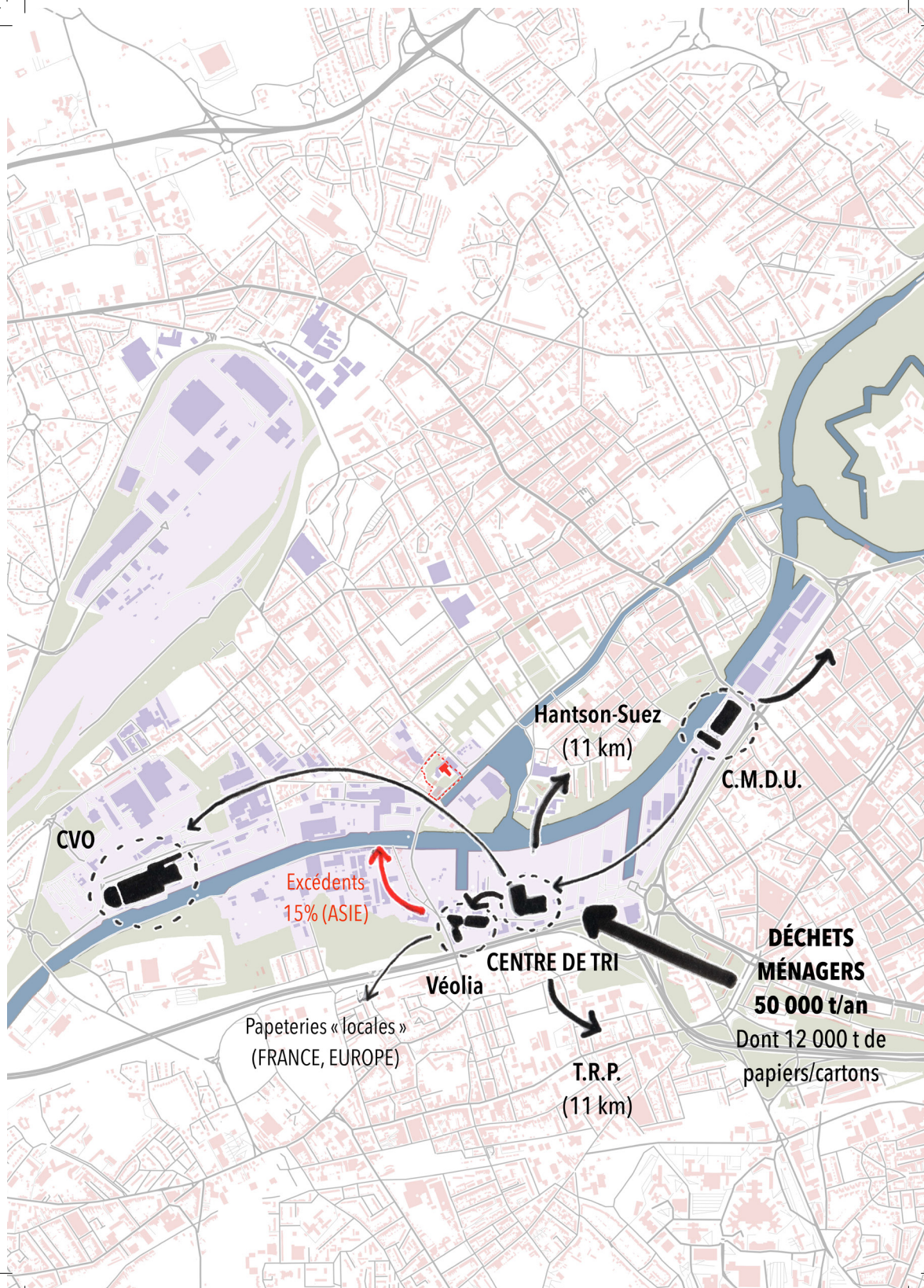
49. <http://www.triselec.com/index.php/fr/nos-activites/site-lille-loos>
«Centre de tri et de requalification pour l'emploi - Site Lille Loos» par Triselec.
Site consulté le 24.03.2022

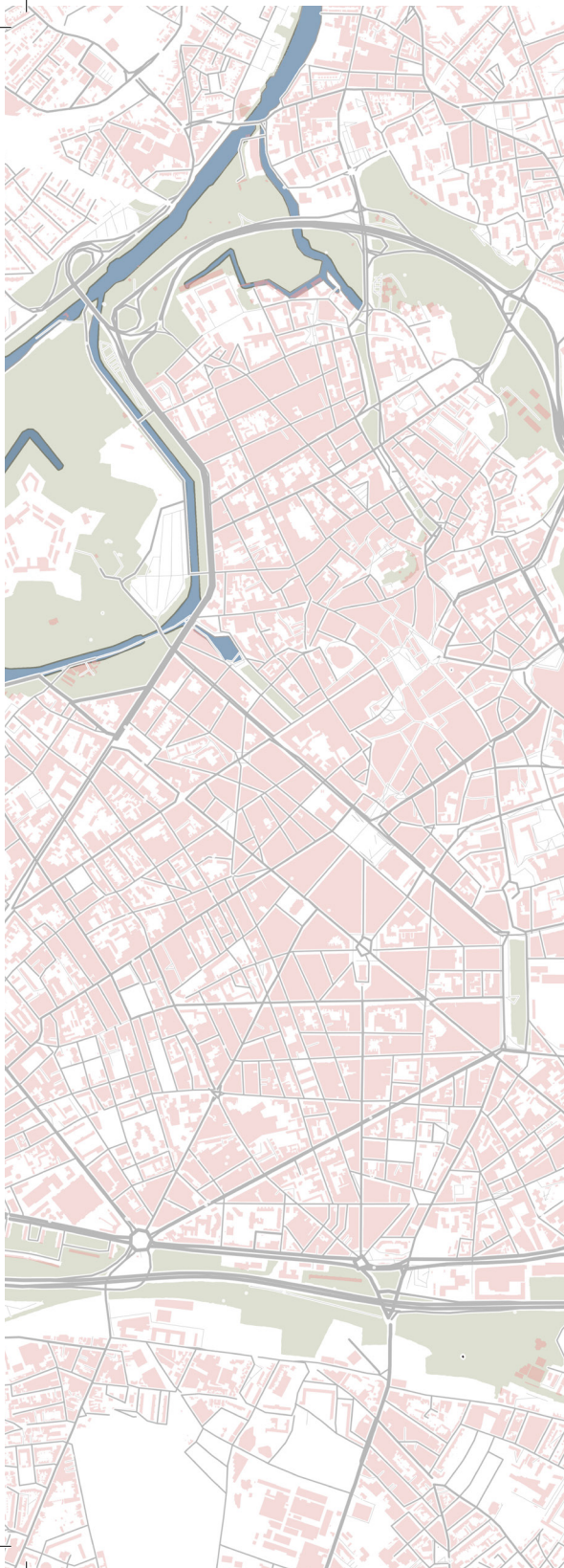
Le métabolisme à Lille

Une fois triées par catégorie, ces matières sont alors vendues à des prestataires privés, où elles seront conditionnées puis commercialisées afin d'être réintroduites dans une chaîne de production. Pour ce projet, je me suis alors focalisé sur la récupération des matières fibreuses, à savoir le papier et le carton, d'une part cette matière fait écho aux industries textiles antérieures, d'autre part la technique de recyclage est relativement simple avec une production polyvalente industrielle et artisanale offrant diverses possibilités d'application. (cb de tonnes sortent centre de tri?)

Trois prestataires privés, situés au sein de la métropole se répartissent la commercialisation d'une partie des 12 000 tonnes/an de papiers et cartons sortants du centre de tri; Véolia (Lille-Loos), TRP (Seclin) et Hantson-Suez (Wambrechies).⁵⁰ Ainsi la présence de Véolia sur le site du port fluvial, à deux pas du centre de tri est un atout en terme de disponibilité et proximité de la ressource. Son rôle repose sur la commercialisation de matières premières issues des déchets, l'entreprise est donc chargée de contrôler puis conditionner les papiers et cartons en balle afin de les transporter vers d'autres filières. À partir de cette étape du processus, le papier et le carton ne sont plus des déchets mais des produits, une matière secondaire. La commercialisation finale s'organise en fonction du stock disponible et des commandes entre les papeteries, puis la répartition se fait d'abord à proximité puis l'excédent est envoyé en Europe ou en Asie. L'entreprise privilégie le transport alternatif par voie fluviale et ferroviaire, cependant

50. MÉTROPOLE EUROPÉENNE DE LILLE, «Rapport sur le service public de prévention et de gestion des déchets 2019», Coll. «Rapports», Lille, 2020, p.121





CARTOGRAPHIE

Les acteurs du traitement des déchets

Lille et sa métropole

la majorité des transports locaux sont effectués par camion. La politique de proximité permet à l'entreprise d'effectuer 80% des transports en France tandis que 15% (qualifié de matière excédentaire) est destiné au « grand export » principalement vers l'Asie.⁵¹ Malgré les efforts mis en oeuvre pour une répartition de proximité, à l'échelle de la métropole, la majeure partie de la matière recyclable sort de son périmètre participant donc à l'externalisation du flux métabolique. Cependant les quantités excédentaires constituent une opportunité de ressource disponible, pouvant être récupérée dans le type de projet que je souhaite mettre en place, ce qui diminuerait nettement les nuisances environnementales des exports lointains.

51. <https://www.recyclage.veolia.fr/gerer-mes-dechets/entreprises/matieres/papiers-cartons>
«Papiers-Cartons : le rachat et la collecte de vos ressources usagées garantis par un réseau mondial» par Véolia Recyclage & Valorisation des Déchets.
Site consulté le 02.03.2022

Le métabolisme à Lille

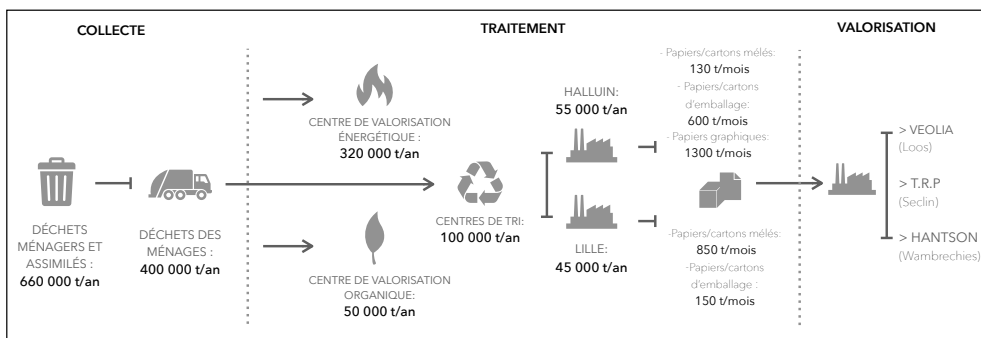


Schéma de la répartition des déchets ménagers et assimilés.

Lille et sa métropole



III. 15. Vue semi-aérienne de la Citadelle et du Port Fluvial.

Les lieux stratégiques

Le site de réflexion se positionne dans un secteur en reconversion stratégique pour la ville mais également la métropole.

Le port fluvial

Situé entre le canal de la Haute-Deûle et le centre-ville de Lille, le port fluvial se démarque du paysage lillois avec ses grands entrepôts construits dans les années 1950-60, dont la position permet le chargement et déchargement par la voie fluviale et de l'autre côté par les voies ferroviaires et routières. Ces infrastructures dissimulées dans le tissu urbain sont pourtant un héritage architectural fort rappelant l'histoire du port. L'organisation sectorielle a volontairement séparé ses espaces à vocation économique de la ville et ses habitants pour des raisons principalement de sécurité. Cependant, les politiques actuelles souhaitent une mutation du site portuaire afin de le rendre plus ouvert et intégré au centre-ville en apportant aussi une diversité programmatique à l'image de nombreux ports européens. La restructuration de ces espaces se déroule selon quatre secteurs:⁵²

- Secteur 1: Conservation et requalification des docks et des entrepôts pour différents usages.

- Secteur 2: Développement des activités de logistique urbaine avec le Centre Multimodale de Distribution Urbaine (CMDU) et d'un programme immobilier/tertiaire.

- Secteur 2/3: Projet d'un « village de matériaux » avec un showroom et une plateforme d'approvisionnement fluvial de matériaux destinés aux artisans.

- Secteur 4: Implantation d'une entreprise de conception et industrialisation de modules préfabriqués en bois pour la construction de logements.

52. EUROPAN 14, « Lille, île des Bois Blancs : L'île des possibles, berges sous influence productive », dossier de site, 2018, p. 13.

Lille et sa métropole

La citadelle

Ensuite au Nord, on trouve la Citadelle de Lille, classée Monument historique depuis 2012, qui constitue un véritable poumon vert dans ce milieu urbain. Cet atout fait l'île de la Citadelle un des lieux les plus fréquentés par les habitants pour le sport et autres loisirs de plein air. Cela a notamment été rendu possible grâce aux réflexions engagées par la ville pour la rénovation du parc dans sa globalité et la mise en valeur des fortifications militaires autrefois délaissées. Le « site-monument » s'inscrit alors dans une trajectoire d'ouverture de la trame verte et bleue au territoire, tout en apportant une identité significative à la ville, par sa valeur historique.⁵³

53. Ibid., p. 13.

L'île des Bois-Blancs

L'île des Bois-Blancs est légèrement enclavée du reste de la ville, contrairement à l'île de la Citadelle, bien qu'elle soit desservie par les transports en commun (métro, bus) et reliée au centre-ville par 3 ponts. Elle est caractérisée par une diversité morphologique, allant de la maison ouvrière aux grandes opérations de logement. Les opérations de développement actuelles s'interrogent d'ailleurs sur le renouvellement de ces anciennes typologies et des liens possibles entre l'habitat et les activités productives. L'île des Bois-Blancs dispose en effet d'un très fort potentiel en tant que « connecteur urbain » dont les berges s'inscrivent dans une continuité de la structure paysagère le long du canal. Face au port fluvial, la cohérence urbaine est renforcée par plusieurs espaces verts reliant la Citadelle jusqu'à la gare d'eau, où la question du prolongement vers la presqu'île Boschetti et au-delà est envisagée. Tandis que l'autre berge, le « Bras de Canaleu » renforce la cohérence par l'aménagement de quais de part-et-d'autre, où stationnent de nombreuses péniches aux programmes multiples (logement, restaurant, club etc.) et aussi la volonté de développer le transport fluvial entre la Citadelle et la gare d'eau.⁵⁴

54. Ibid., p. 17.

Le contexte local

La ZAC des Rives-de-la-Haute-Deûle & Euratechnologie

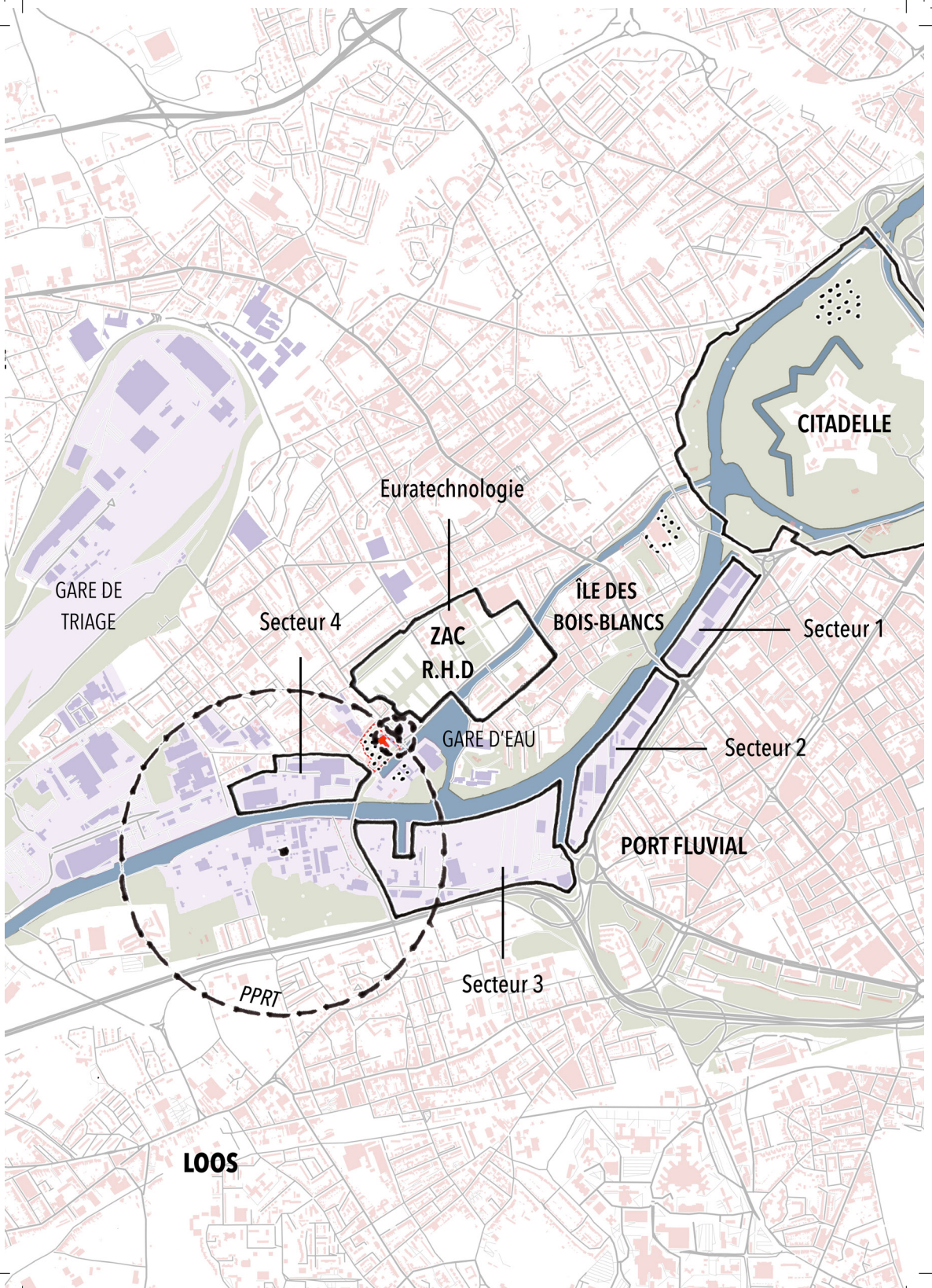
La création au début des années 2000 du pôle métropolitain « Euratechnologie » a amorcé un réaménagement complet du quartier, où la plupart des anciennes industries ont été démolies. Seule la friche Leblanc Lafont a été réhabilitée pour y accueillir l'incubateur d'entreprises Euratechnologie orienté sur les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication. Le plan de réaménagement s'effectue ainsi dans le cadre de la ZAC des R.H.D., le long du Bras de Canteleu, comme un éco-quartier dont l'équilibre entre logements, bureaux, et équipements publics permet un lien avec le programme d'activité du pôle d'excellence. La démarche vise principalement à créer des espaces publics propices aux échanges, aux affaires et au bien-être des habitants, qui s'articulent autour de noues et canaux afin de valoriser le rapport à l'eau. La ZAC s'étendra jusqu'à la gare d'eau par l'aménagement du Parc de la Tortue créant une « épaisseur paysagère » le long du canal et se poursuit en coeur d'îlot sous la forme d'espaces verts privatifs.⁵⁵

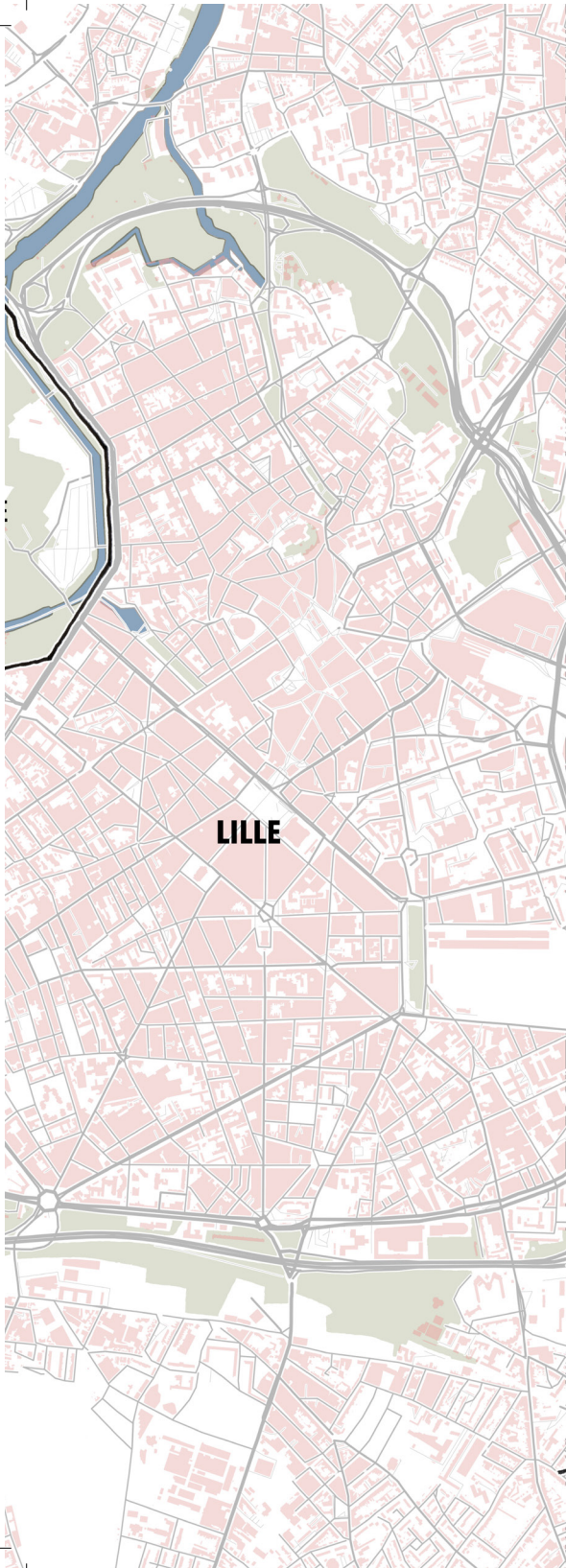
55. Ibid., p. 15.

Les contraintes technologiques et naturelles

Outre les réaménagements engagés sur ce territoire de production, certaines parcelles sont soumises à des contraintes, nécessitant avant tout une transformation expérimentale afin d'apporter une réponse adaptée. D'abord, dans le quartier du Marais les industries textiles autrefois implantées au bord du canal ont, de part le pompage de la nappe phréatique, causé un assèchement progressif du marais ayant abouti à la construction de l'actuel quartier du Marais. Toutefois avec l'arrêt des exploitations industrielles, le niveau de la nappe phréatique est remonté jusqu'à se stabiliser, inondant ainsi les caves des maisons ouvrières. La présence de l'eau dans le sous-sol⁵⁶ est donc une contrainte

56. Ibid., p. 19.





CARTOGRAPHIE

Les caractéristiques locales

Lille et sa métropole

naturelle importante, qui a notamment influé sur la construction d'équipements publics, dont la Piscine Marx Dormoy construite au dessus du sol. L'eau révèle tout de même un atout majeur pour le développement du quartier, s'inscrivant dans la démarche de la ville pour anticiper les risques naturels par la préservation des zones humides dans un contexte de crise climatique.

Quant aux contraintes techniques, elles évoquent la réalité portuaire du site, avec la présence de trois cuves de chlore de l'usine pétrochimique située dans la zone du port, qui imposent un rayon de prévention, selon le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT). Ce périmètre inclut dès lors la Presqu'île Boschetti et la friche Silo, rendant impossible la construction de logement sur ces parcelles. Également à proximité immédiate de cette friche, l'entreprise Mory, spécialisée dans le gaz domestique, impose aussi un périmètre de protection de 120 mètres.⁵⁷ Néanmoins, avec le développement de la ZAC des Rives-de-la-Haute-Deûle, l'entreprise devra être déplacée prochainement d'après un entretien avec Richard Lemeiter, chargé de la logistique urbaine à la mairie de Lille.

57. Ibid., p. 19.

La valorisation du patrimoine productif

Le secteur étudié se caractérise aussi par la présence de nombreux bâtiments ou ensembles urbains faisant partis du « petit-patrimoine »⁵⁸ ; c'est-à-dire des bâtiments industriels désaffectés, des maisons de villes typiques ou encore des façades ou des arbres remarquables. Ces entités reflètent ainsi la richesse passée de ce secteur, rappelant aussi les enjeux liés à la préservation d'un patrimoine productif, comme un élément fort de l'identité industrielle et pour la création de nouvelles activités de production.

58. Ibid., p. 7.

Le contexte local

« Deux siècles après la révolution industrielle, la notion de développement durable ouvre un nouveau cycle de la fabrique de la ville et de l'évolution des territoires urbains, ruraux ou métropolitains. Cette mutation nécessite de mobiliser les pratiques architecturales pour offrir plusieurs vies aux édifices et aux ensembles urbains, aux équipements et aux autres espaces publics. Prendre conscience de l'héritage architectural, tout particulièrement XX^e et XXI^e siècle, afin de concilier architecture e patrimoine: l'architecture intervient en priorité sur le cadre existant, qu'elle fait évoluer, car transformer c'est préserver. »⁵⁹

59. Ibid., p. 7. Stratégie Nationale pour l'Architecture, octobre 2015

Particulièrement la friche « Silo » dont son architecture avec de grands silos découlant d'une nécessité fonctionnelle, incarne de manière symbolique, les activités industrielles passées. La friche s'impose ainsi comme «monument repère» le long du canal par sa dimension urbaine et son caractère mémoriel ne faisant aucun doute sur son potentiel de valorisation en lien avec de nouvelles activités de production.

Les objectifs

« Un des objectifs du concours est de faire émerger un nouveau modèle de développement urbain et territorial qui repense l'organisation sectorielle et parfois ségrégative du territoire, au profit du renforcement d'un certain nombre de liens et de liants qui sont l'essence même de la ville européenne »⁶⁰

60. Ibid., p. 19-21.

Étant donné les possibilités complexes du terrain de réflexion, les orientations possibles du projet sont multiples mais doivent répondre à des attendus bien définis. Il s'agit d'abord d'amorcer un processus de transformation au travers d'expérimentations de production

Lille et sa métropole

de la ville, en questionnant l'aspect mémoriel des usages et activités historiques du lieu.

La réponse apportée doit alors offrir une vision d'un « projet-processus » s'intégrant comme un maillon d'une chaîne d'action collective, par une programmation adaptable dans le temps et l'espace, en tenant compte des flux métaboliques et de leur circularité. Ainsi la considération des approches innovantes en lien avec les problématiques actuelles est indispensable; en terme de morphologie urbaine, d'évolution des modes de vie, ou encore de changement climatique et la dépendance aux énergies fossiles. Repenser la mixité urbaine entre activités productives et non-productives doit permettre la mise en place de complémentarités entre les grandes entités urbaines existantes (pôle Euratechnologie et le port fluvial) tout en renforçant la cohérence de la structure paysagère le long des berges. Enfin le rapport à l'eau a son importance en confrontant le site à d'autres échelles par des complémentarités économiques avec d'autres lieux de la Métropole ou de l'Eurométropole.

Le contexte local

« (...) La restructuration est également prospective car en même temps qu'elle soigne, elle prolonge la vie, offre de nouvelles voies, élargit le champs des possibles pour écrire de nouvelles histoires. (...) »

_ Dominique PERRAULT, architecte.

(Restructuration de la Poste du Louvre, Paris, avril 2012.)

CHAPITRE 3

Régénération de l'infrastructure

La régénération

L'environnement proche

La friche Silo, à proximité immédiate du Quai Hegel, était un ancien centre céréaliers puis fut réutilisée en malterie jusqu'au début des années 2000, avant d'être désaffectée. La parcelle de 1,6 ha sur laquelle elle est implantée comprenait aussi, du côté de la Place de la République et la rue Noutour, une entreprise dans le domaine métallurgique qui, a totalement été déconstruite quelques temps après sa désaffectation. Sur l'autre rive du bras mort du canal se trouve la Presqu'île Boschetti, d'une surface de 4,1ha qui abritait également autrefois une entreprise de métallurgie dans un bâtiment avec une voute en béton, désormais démolie suite à des dégradations. Aujourd'hui une partie de cette parcelle est occupée temporairement par des entreprises du BTP pour le stockage de matériaux. On y trouve aussi d'imposants hangars de stockage dédiés au matériel des services techniques (équipement événementiel) et une association de transport fluvial ayant un but culturel. Ces deux parcelles appartiennent à la MEL et font l'objet d'une attention particulière dans l'optique d'un retour de l'industrie en ville.

le Quai Hegel est le seul accès fluvial du quartier du Marais, l'autre partie étant occupée par les entreprises portuaires jusqu'à la ville de Sequedin. Ainsi pour valoriser cet accès, une des réflexions porte sur la liaison entre l'Île des Bois-Blancs, la Presqu'île Boschetti et le Quai Hegel via une passerelle qui assure la continuité de parcours de promenade depuis la Citadelle. Un accès qui devrait également permettre le développement d'activités de loisirs mais aussi de transport fluvial public ou de marchandises. D'autant plus que le pôle Euratechnologie et la ZAC des Rives-de-la-Haute-Deule renforcent l'attractivité du site en s'articulant dans un prolongement des espaces publics le long du quai et jusqu'à la Place de la République.⁶¹

61. EUROPAN 14, « Lille, île des Bois Blancs : L'île des possibles, berges sous influence productive », dossier de site, 2018, p. 27.

La friche «Silo Standart»



Photographies de la friche «Silo Standart»

La régénération



Photographies de la friche «Silo Standart»

Les enjeux

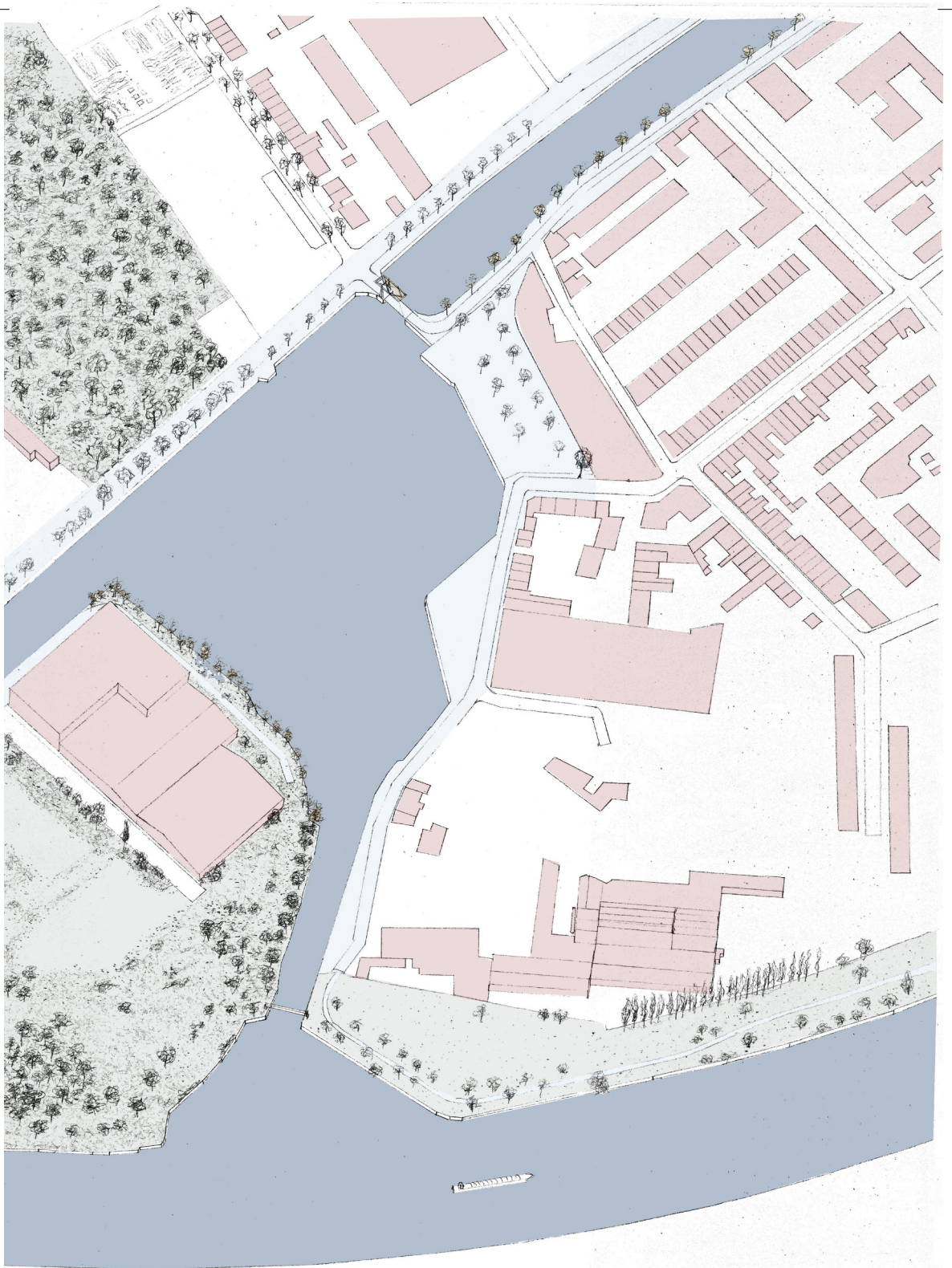
Les parcelles décrites précédemment, représentent des espaces propices à des mutations en lien avec la problématique de mon travail, de par les opportunités spatiales, sociales et économiques qu'offrent la proximité de ces sites. C'est pourquoi les enjeux de restructuration, selon la volonté de la MEL, doivent s'inscrire dans une démarche d'évolution « étapes par étapes » par des usages éphémères, sous la forme d'expérimentations occupant certaines zones de l'espace disponible et vouées à devenir pérenne en fonction des résultats ou des besoins. Les orientations du projet doivent ainsi viser à émettre des solutions d'usages alternatifs avec une capacité d'adaptation, afin de ne pas bloquer sur le long terme ces parcelles, et particulièrement la Presqu'île Boschetti qui au vu de son emplacement, deviendra un élément central sur le territoire de la ville.

L'articulation des espaces publics et des berges constituent un des éléments importants d'accès aux sites pour les habitants, tout en questionnant l'intérêt de la voie d'eau en terme de mobilité, de circuit court ou de constructions sur l'eau. Les activités de production à intégrer devront aussi prendre en compte la dépollution du site autant que la réparation et la maintenance du tissu urbain délaissé.⁶²

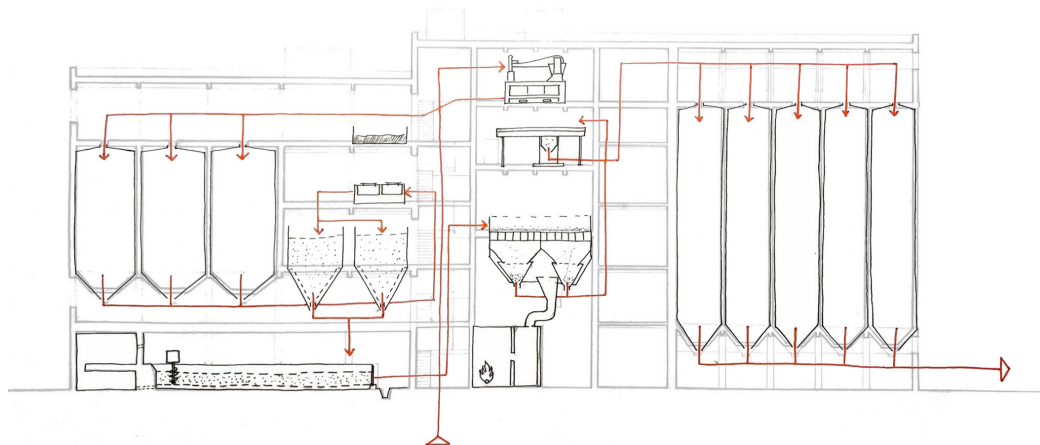
Dans le cadre de ce projet, j'ai alors sélectionné le site de la friche Silo, dont les traces mémorielles de la production sont très fortes, ainsi que le potentiel des espaces du bâtiment désaffecté est idéal pour y développer de nouvelles activités, dans ce cas présent, cela concerne donc les activités liées au processus de recyclage du carton et du papier.

62. Ibid., p. 29.





La régénération



Coupe du processus de fabrication du malt

La friche «Silo Standart»

La malterie

L'état actuel de la friche contient encore quelques machines et structure permettant de retracer le processus de fonctionnement de l'ancienne malterie.

ORGE BRUTE

- L'import de l'orge brute, stockage à l'intérieur des silos.
- Le nettoyage: consiste à extraire les ficelles, poussières et pierres.
- Le calibrage des grains : trier les grains abimés, graines étrangères et petites orges.

ORGE NETTOYÉ

- La cuve de trempé: les grains sont trempés avec eau et air, rejet légères écumes et effluents.

ORGE TREMPÉ

- Le germe: l'orge trempé germe dans la case pendant plusieurs jours.

ORGE GERMÉ/MALT VERT

La touraille: séchage des grains sur plusieurs plateaux grâce à de l'air chaud.

MALTOURAILLÉ

- Le dégermeur : consiste à extraire les poussières, radicules et écorces

MALT PROPRE

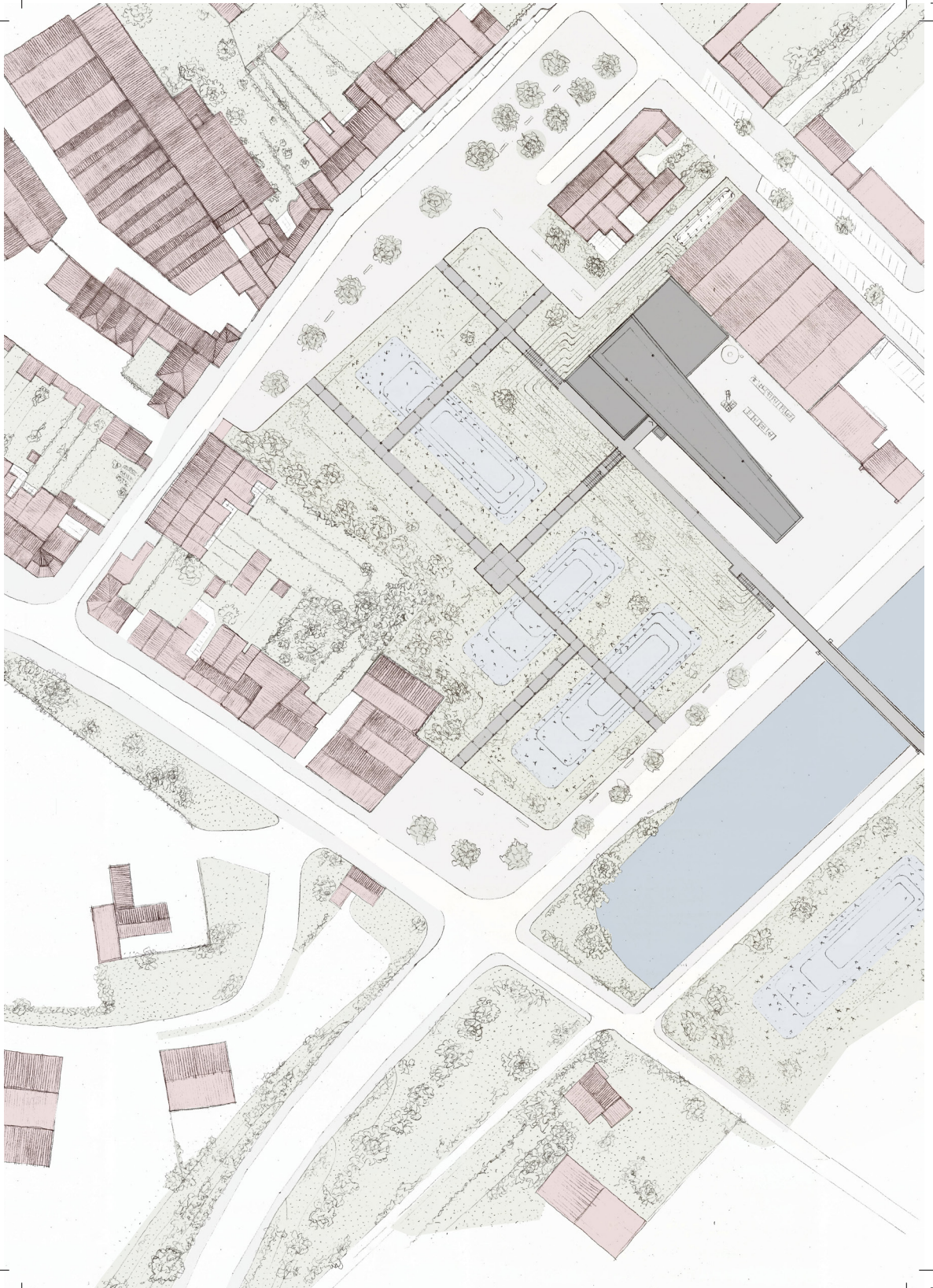
- Stockage à l'intérieur des silos.⁶³

63. HARIRI Ahmed, «Étude et modélisation de la trempé en malterie», Institut National polytechnique de Lorraine, 2003.

URL : http://docnum.univ-lorraine.fr/public/INPL_T_2003_HARIRI_A.pdf







La papeterie

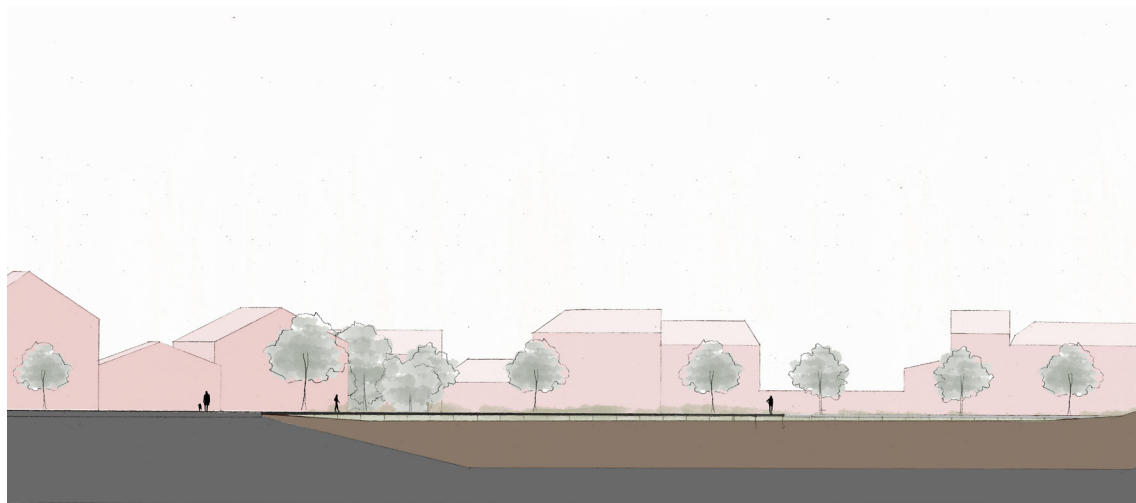
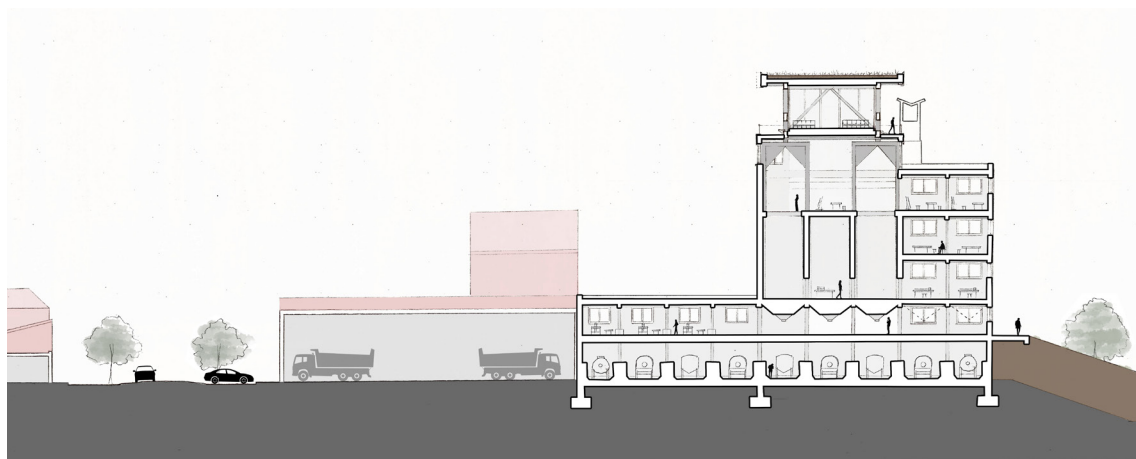
L'intégration au contexte

L'implantation de la friche offre de multiples accès au site, les flux liés à la production disposent d'un accès direct au quai pouvant servir aux échanges de matière par voie fluviale, comme vu précédemment reste l'un des modes privilégiés du transport de déchets, puis également par transport routier avec un accès autoroutier situé à 2km depuis le site. En ce qui concerne les flux publics, la parcelle s'inscrit comme une interface des différents parcours provenant de la citadelle, dans la continuité des parcs qui seront aménagés dans le cadre de la ZAC des Rives-de-la-Haute-Deûle ainsi que le long des quais, puis dans la continuité des espaces verts de l'île des Bois-Blancs en passant par la presqu'île Boschetti. Ces espaces verts constituent donc un « couloir » de circulation piéton reliant les grandes entités urbaines autour du site.

C'est pourquoi, mon intention est de préserver l'espace vide de la parcelle du projet, afin d'assurer les liaisons entre les espaces publics. L'aménagement paysager se développe ainsi autour des bassins de rétention creusés, permettant de collecter les eaux de pluie aux alentours. Ces bassins, au-delà de l'aspect paysager pourront stocker et filtrer l'eau, qui ensuite seront intégrés au processus de fabrication du papier. (15 000 m³/an) En outre, la terre excavée sera réutilisée afin de créer un talus autour du bâtiment, qui d'une part apporte une séparation entre l'espace paysager et l'aire de chargement technique, et d'autre part isole acoustiquement la salle des machines pour le voisinage.

Enfin le socle est formé par un « maillage » de pontons et passerelle qui relie les différents accès du site en passant au-dessus de l'espace paysager, qui amène les usagers à l'entrée publique du bâtiment, se trouvant au premier étage.

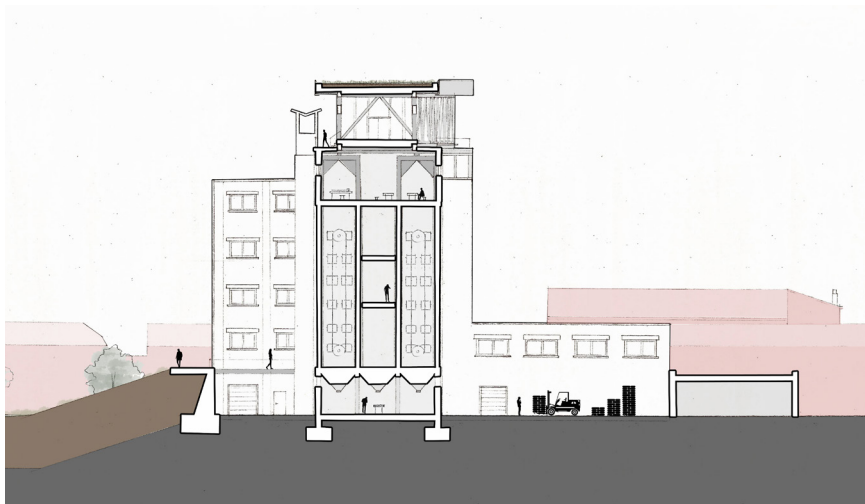
La régénération



La papeterie



COUPE Nord-Sud



COUPE Sud-Nord

La régénération

Salle de conférence

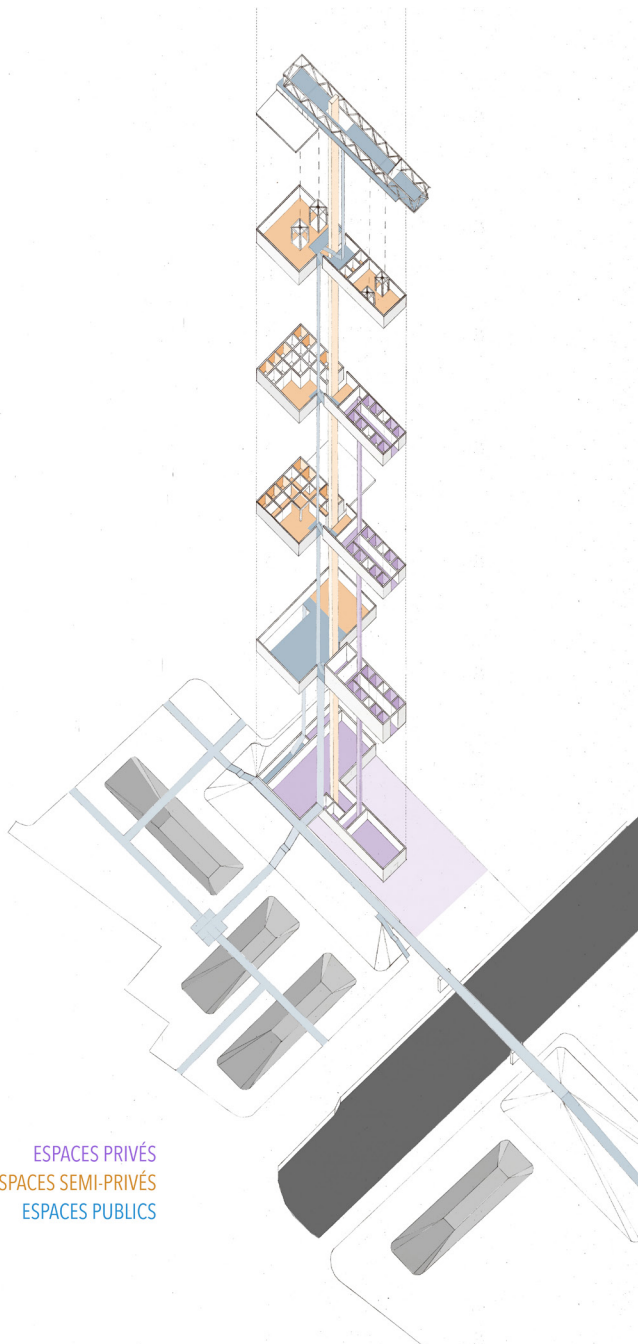
Atelier artistique

Séchoirs &
ateliers de découpe

Exposition
pédagogique &
fabrication artisanale

Fabrication de la
pâte

ESPACES PRIVÉS
ESPACES SEMI-PRIVÉS
ESPACES PUBLICS



Le programme

L'exploitation de la ressource

À cette étape du cycle, le gisement des papiers de récupération est ainsi préalablement trié et classé par type de qualité, grâce aux centres de tri et de valorisation. Le principe consiste alors à mettre en place une exploitation capable de recueillir les matières excédentaires en combinant une technique industrielle et artisanale.

Les papiers de récupération sont livrés, par péniche ou par camion, sous forme de balles maintenues par un cerclage en plastique ou un fil métallique, qui seront également récupérés comme déchet pour d'autres filières de recyclage. Une fois réceptionné, ils sont alors stockés dans un parc extérieur, de préférence à l'abri du vent et des fortes pluies.

Lors de la première étape, les balles sont décortiquées afin de trier les papiers par nature, par couleur ou par qualité, en vue de la fabrication de la pâte à papier. La matière est ensuite placée en vrac dans des conteneurs ou wagons basculants et envoyée à l'intérieur des silos dans un système de stockage vertical en carrousel.

La deuxième étape est la mise en pâte, les papiers alors conservés par lot sont mis en suspension dans un pulpeur avec une eau à haute température ou une eau blanche (eau récupérée lors du processus, riche en fibres). Sous l'effet d'une agitation mécanique et hydraulique, la matière est désintégrée en fibre formant ainsi une pâte. La pâte à papier obtenue n'est prête qu'une fois que toutes les impuretés sont éliminées, ensuite elle peut être utilisée directement pour la fabrication du papier ou stockée dans un réservoir spécifique.

Espace d'exposition

Laboratoire de
conception

Machines de
fabrication

Stockage des
matériaux

Triage des
papiers

La régénération

La fabrication du papier

La pâte à papier obtenue alimente ainsi des machines de fabrication du papier sous forme de rouleau ou d'autres machines capables de produire des objets tels que des gobelets en carton etc. À partir de cette pâte, il est également possible de fabriquer du papier avec une technique artisanale ; la matière est déposée dans une bassine d'eau dont la quantité dépendra du grammage voulu, puis les feuilles de papier sont produites à l'aide d'un tamis. Les feuilles obtenues sont ensuite pressées pour retirer l'excédent d'eau puis placées dans les séchoirs jusqu'à ce qu'elles ne sont plus humides. Un atelier expérimental vient compléter également la production afin d'explorer d'autres techniques de fabrication à partir de la pâte, dont la fabrication d'objet en carton par moulage ou de l'expérimentation de nouveaux outils comme l'impression 3D. Une fois que les produits ont séchés, ils seront traités dans différents ateliers de finition pour la découpe, l'assemblage et la personnalisation des papiers ou des objets.

La découverte du processus

La zone interne de production du papier est ainsi gérée par des employés qualifiés, notamment des travailleurs en réinsertion qui participent alors à développer des opportunités sociales en lien avec le métabolisme urbain. De plus, l'infrastructure étant accessible au public, elle sensibilise les habitants quant à la gestion et la valorisation des déchets qu'ils produisent. C'est pourquoi le programme intègre aussi des espaces de pédagogie et de découverte à ce sujet, dont des espaces d'expositions, des ateliers créatifs et une salle de conférence.

La papeterie

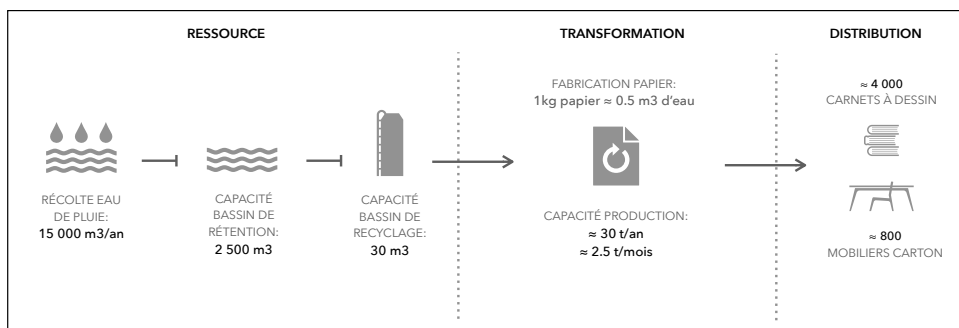


Schéma des capacités de traitement de l'infrastructure.

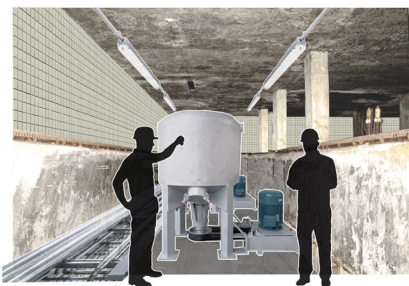
La régénération



Triage des papiers



Fabrication artisanale



Transformation de la pâte



Machines de fabrication du papier

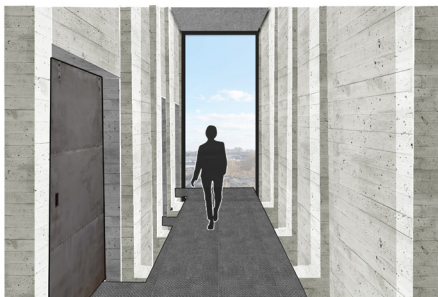


Exposition pédagogique



Atelier de découpe et d'assemblage

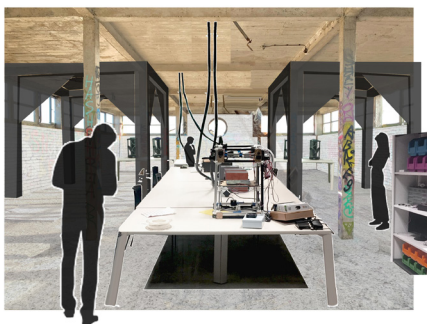
La papeterie



Stockage des matériaux



Séchoirs



Laboratoire expérimental



Atelier créatif

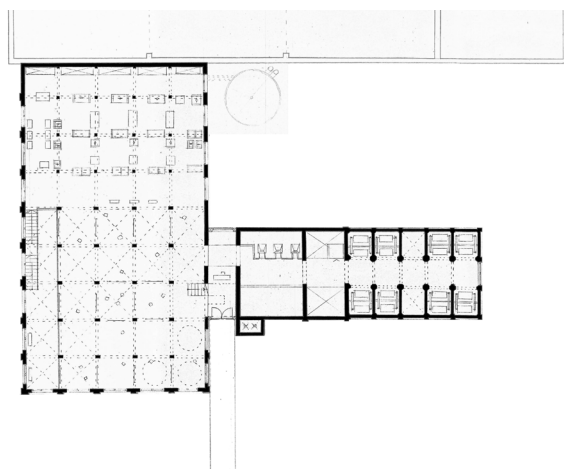


Espace d'exposition

La régénération



PLAN REZ



PLAN R1



PLAN R2

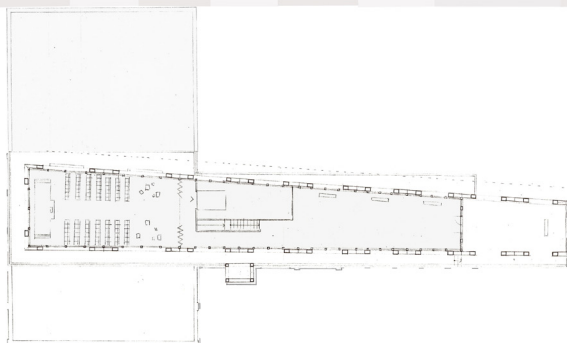
La papeterie



PLAN R3

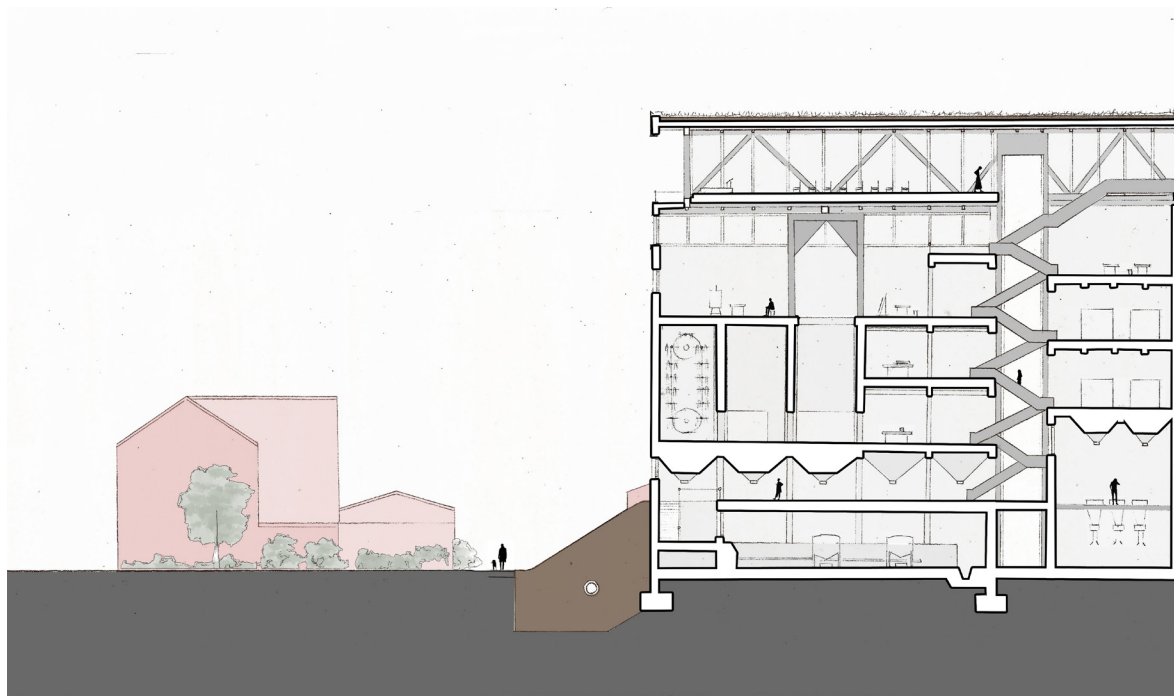


PLAN R4

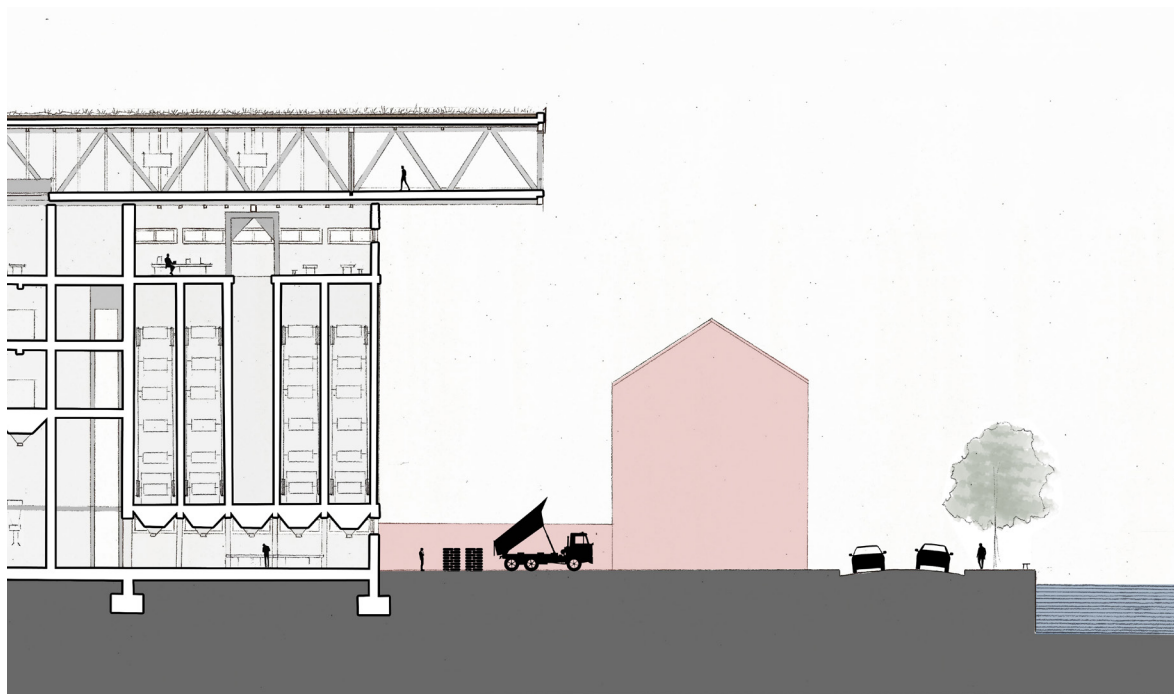


PLAN R5

La régénération

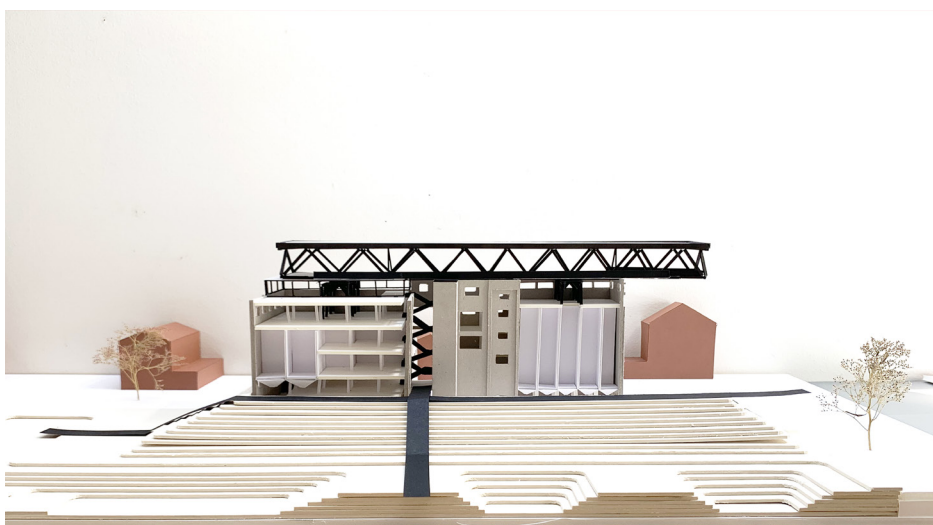


La papeterie



COUPE Ouest-Est

La régénération

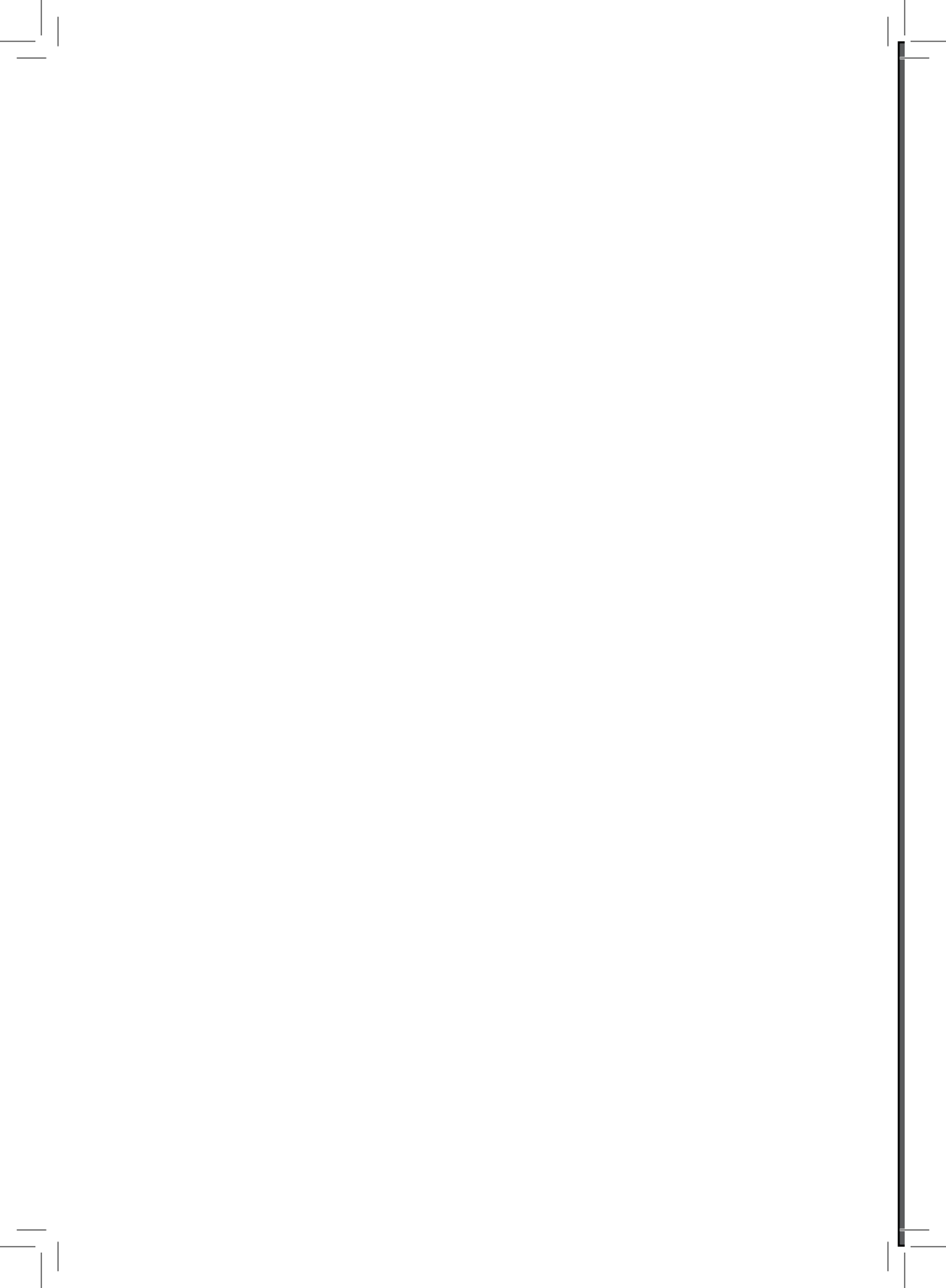


Photographie de la maquette

La symbiose

La structure interne du bâtiment désaffecté est conservée, ses espaces génériques, ses plateaux et ses hauts volumes, sont parfaitement adaptés pour accueillir des activités de production et donc ne nécessite pas d'importantes restructurations. De plus, les silos, dans leur disposition initiale ne permettent pas de stocker les matières fibreuses. Toutefois, ces volumes combinés à des dispositifs de stockage comme un carrousel vertical, s'adaptent aux différents usages de stockage des ressources ou des produits mais également pour le séchage des papiers produits si l'on ajoute un système de ventilation spécifique. Ensuite, la circulation à l'intérieur du bâtiment est d'abord assurée par deux monte-charges qui acheminent la matière et les produits aux différents étages de traitement et de production. À cela s'ajoute un parcours vertical au travers d'escaliers, accessible aux usagers publics, qui prolonge le socle extérieur formé par les pontons jusqu'au couronnement du bâtiment. La traversée s'articule ainsi entre les deux « blocs » permettant aux usagers de découvrir ou bien participer aux étapes du processus de la fabrication du papier.

L'intervention architecturale principale sur le bâtiment consiste à ajouter un élément fort et symbolique, en recréant un couronnement qui remplace la toiture actuelle dégradée par l'absence d'entretien. Ainsi, je viens poser deux poutres treillis en acier, à l'intérieur desquelles se délimite un espace ouvert et contemplatif marquant alors la fin du parcours des usagers. Cette structure imposante avec son aspect industriel, repose sur des appuis qui prolongent la structure verticale des silos, dans une union symbiotique entre la structure minérale du bâtiment et la structure métallique qui reprend le rythme déjà existant.



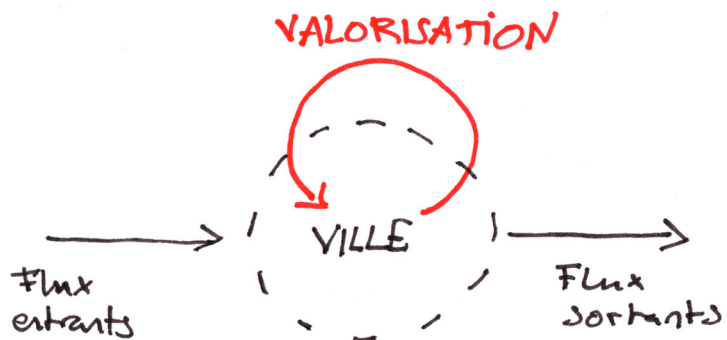
CONCLUSION

Conclusion

En guise de conclusion à la problématique suivante sur ; comment le métabolisme urbain, appliqué à la conception des infrastructures de ressources et de l'espace public, peut-il contribuer à régénérer les zones urbaines obsolètes, plus particulièrement les espaces industriels désaffectés ?

L'ensemble des mes recherches sur l'étude du métabolisme urbain se caractérise par des champs d'action très larges et diversifiés, du point de vue des matières, des substances à exploiter ou d'énergie à produire. Entre autre, c'est un sujet présentant de nombreuses applications possibles, ainsi tout au long de ce travail, il m'a été nécessaire de faire des choix afin de cibler les orientations de mon projet d'architecture. Il semble évident qu'un seul projet ponctuel ne peut traiter toutes les facettes que révèle le métabolisme urbain. C'est pourquoi, ma démarche dans le processus de projet a dû débiter par une analyse objective et une définition des enjeux au sein du territoire, qui m'ont ainsi permis par la suite, d'aborder une vision plus subjective des stratégies opératoires en lien avec les résultats analytiques précédents. Cependant, les données métaboliques sont parfois difficiles à trouver ou simplement à comprendre, étant donnée la complexité que représentent la multitude des flux et acteurs intervenant dans le fonctionnement de la ville à travers son métabolisme. Ici, l'étude réalisée par Sabine Barles et Marc Dumont m'ont aidé à interpréter ces données et comprendre les réels enjeux pour la métropole de Lille. Les résultats ont aussi décelé la difficulté des pouvoirs publics à accélérer la transition environnementale et sociale pour renforcer l'économie circulaire, notamment à cause de l'absence d'infrastructures qui y sont dédiées.

Mon choix de traiter la question de la valorisation des matières propose ainsi une des solutions possibles qui intègre le métabolisme urbain dans l'intention d'un projet urbain et architectural. Finalement, mes





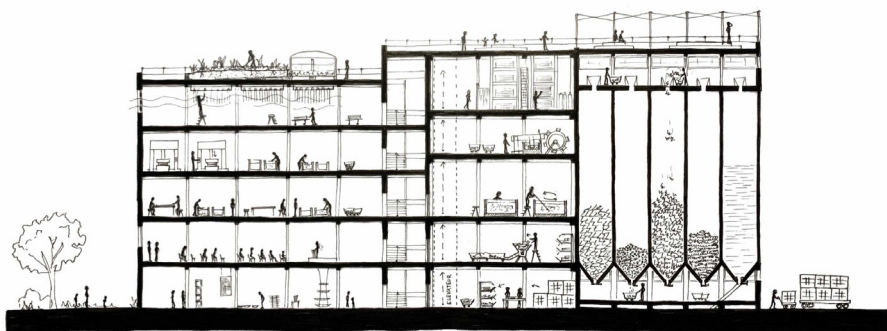
recherches ont mis en évidence des occasions pour développer davantage un système circulaire dans le port fluvial de Lille, à la fois un lieu d'échange et de croisement entre les flux, actuellement en pleine reconversion. La disponibilité des ressources matérielles et spatiales dans cette zone urbaine est particulièrement propice à des réflexions qui engagent le retour de la production en ville et la transition des systèmes. La présence des activités liées aux déchets a permis de diriger ma recherche, cependant d'autres activités liées aux matériaux de construction, à la consommation alimentaire ou à la production énergétique sont tout autant de pistes à développer pour la création d'infrastructures complémentaires à ces processus.

Ce qui a été particulièrement intéressant dans ce travail est donc la conception d'un lieu associé à un usage utile, servant à la fois pour la ville, pour les acteurs publics ou privés impliqués mais aussi pour les citoyens. Donner un sens, au-delà de l'aspect spatial ou esthétique à l'architecture, est pour moi indispensable pour amener une mixité programmatique à l'échelle du territoire et du bâtiment. La symbolique est autant plus forte si elle réactive certaine portion du tissu urbain, par un renouvellement qui emboîte le pas d'une évolution de la ville, dans ses usages et ses modes de vie. Ainsi, les théories qui exposent le fonctionnement des systèmes urbains et celles de l'articulation des espaces ouverts m'ont fortement influencé pour concevoir ce projet et mettre en place un récit cohérent.

En définitive, malgré les quantités minimales de déchets pouvant être traitées par rapport à celles produites, la démarche du projet a pour vocation de soutenir les centres de valorisation par un traitement alternatif qui permettra d'une part de favoriser une économie circulaire et d'autre part rompre les barrières qui persistent entre les zones industrielles et les habitants. Cela a été rendu possible grâce à la flexibilité spatiale inhérente aux structures industrielles qui ont la capacité d'accueillir ses nouveaux usages correspondant aux besoins actuels de la ville.

Conclusion

Ainsi, la solution apportée a pour but de s'adapter aux traitements d'autres déchets tels que le verre ou le plastique. Le contexte du site correspond aussi à cette dimension expérimentale de production de la ville par les espaces disponibles aux alentours qui constituent de nombreuses opportunités d'extension des activités du projet ou d'une diversification d'autres activités productives et publiques pouvant se compléter entre elles, comme par exemple une plateforme de vente des matières produites.



Bibliographie

Livres :

ADEME (Agence de la transition écologique), MARRY Solène (dir.), *Adaptation au changement climatique et projet urbain*. Ed. Parenthèses, 2020.

BARLES Sabine, 8. *Métabolismes urbains*, in «Le développement durable à découvert», CNRS Éditions, Paris, 2013.

BARLES Sabines, DUMONT Marc, *Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité*, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021.

RAMBERT Francis (Dir.), COLOMBERT Martine (Dir.), CARBONI Christine (Dir.), *Un bâtiment combien de vies? La transformation comme acte de création*. Cité de l'architecture et du patrimoine, Silvana Editoriale Spa, Milan, 2015.

D'ARIENZO Roberto, *Métabolismes urbains: de l'hygiénisme au développement durable / Naples / 1884-2004*. MétisPresses, Italie, 2017.

JACQUET Benoît, SOUTEYRAT Jérémie, *L'architecture du futur au Japon : Utopie et Métabolisme*. Le Lézard Noir, Poitiers, 2020.

PERRAULT Dominique, *Métropolis : Bordeaux, Lyon, Marseille, Nantes-Saint-Nazaire, Paris, cinq métropoles en regard du Grand Paris*. Dominique Carre-Limites, 2011.

VIGANÒ Paola, *Métamorphose de l'ordinaire: Paola Vigano, Grand Prix de l'urbanisme* 2013. MASBOUNGI Ariella (dir.), Éd. Parenthèse, Paris, 2014.

Articles :

BELLAMY FOSTER John, « Marx's theory of metabolic rift: classical foundations for environmental sociology », *American Journal of Sociology*, vol. 105, n°2, 1999.

DUTREUIL Sébastien, «James Lovelock, Gaïa et la pollution : un scientifique entrepreneur à l'origine d'une nouvelle science et d'une philosophie politique de la nature», in *Zilsel*, 2017, p 19-61.

URL : <https://www.cairn.info/revue-zilsel-2017-2-page-19.htm#no85>

GUEDES Patrick, «Cities in Evolution: An Introduction to the Town Planning Movement and the Study of Civics, Londres, 1915

HARIRI Ahmed, «Étude et modélisation de la trempe en malterie», Institut National polytechnique de Lorraine, 2003.

URL : http://docnum.univ-lorraine.fr/public/INPL_T_2003_HARIRI_A.pdf

HAMLIN Christopher, « City as chemical system?, The Chemist as Urban Environmental Professional in France and Britain, 1780-1880 », in « Journal Of Urban History », Vol. 33 No. 5, Université Notre Dame, 2007.

OTERO PENA Daniel, PERROTTI Daniela, MOHAREB Eugene. «Advancing urban metabolism studies through GIS data: Resource flows, open space networks, and vulnerable communities in Mexico City». Journal of Industrial Ecology. 2022, p.1-17.

URL : <https://doi.org/10.1111/jiec.13261>

SIJAKOVIC, Milan. PERIC, Ana. Article: « Symbiotic architecture : Redefinition of recycling design principles »,

Barcelone/Zurich/Belgrade, Frontiers of architectural Research 7, 2017, p. 67-79.

SWUNGEDOUW Erik, «Circulations and Metabolisms : (Hybrid) Natures and (Cyborg) Cities», in «Sciences as Culture». 2006.

URL : <https://www.researchgate.net/publication/228872597>

WOLMAN Abel, « The metabolism of Cities », in « Scientific American », vol.213, n°3, 1965, p. 179-190.

Rapports :

EUROPAN 14, « Lille, île des Bois Blancs : L'île des possibles, berges sous influence productive», dossier de site, 2018.

URL : <https://www.europanfrance.org/europan/content/site/p1bk75ejk51lsb147u1r-1b1a2117gi5.pdf>

MÉTROPOLE EUROPÉENNE DE LILLE, «Rapport sur le service public de prévention et de gestion des déchets 2019», Coll. «Rapports», Lille, 2020.

URL : <https://www.lillemetropole.fr/sites/default/files/2021-03/Rapport%20annuel%20d%C3%A9chets%202019%20light.pdf>

Bibliographie

Sites web :

URL : <https://gallica.bnf.fr/blog/16022022/apogee-et-declin-de-lindustrie-textile-lille-roubaix-et-tourcoing-au-20e-siecle?mode=desktop>
« Apogée et déclin de l'industrie textile à Lille, Roubaix et Tourcoing au 20e siècle ». Par la BnF (Bibliothèque nationale de France).
Site consulté le 06.05.2022

URL : <https://www.norlink.fr/actualite/le-transport-des-dechets-par-voies-fluviales>
«Le transport des déchets par voie fluviale». Par Norlink
Site consulté le 20.05.2022

URL : <http://www.triselec.com/index.php/fr/nos-activites/site-lille-loos>
«Centre de tri et de requalification pour l'emploi - Site Lille Loos» par Triselec.
Site consulté le 24.03.2022

URL : <https://www.recyclage.veolia.fr/gerer-mes-dechets/entreprises/matieres/papiers-cartons>
«Papiers-Cartons : le rachat et la collecte de vos ressources usagées garantis par un réseau mondial» par Véolia Recyclage & Valorisation des Déchets.
Site consulté le 02.03.2022

URL : <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27517>
Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), «Global Resources Outlook 2019»
Site consulté le 19.05.2022

Documentaire :

WALK Nigel, *Et si le monde tournait rond?*, Arte France, 2021.

Exposition :

SUPERSTUDIO, *Migrazioni*. C.I.II.III.IV A, Bruxelles. 15.05.21-16.05.21.

Iconographie

III. 1. (p.19) SUPERSTUDIO. *Vita (Supersuperficie), Sunset*. 1971

Photomontage et stylo-bille sur papier argentique N.B. et papier illustré assemblés

III. 2. (p.20) Statistique des principes de la fertilité agricole (en KG). Paris, 1895.

Paul VINCEY (agronome), Projet de régime nouveau pour les ordures ménagères de Paris, Villeurbanne, Imprimerie Chaix, 1901.

III. 3. (p.23) WOLMAN A. *Le métabolisme d'une ville (t/J)*, 1965

Illustration dans l'article « The metabolism of Cities », in « Scientific American », vol.213, n°3, 1965, p. 180.

III.4 (p.24) DAVIGNEAUD P. « Écosystème urbain Bruxellois », 1977

URL : <https://archive.metabolismofcities.org/datavisualizations/1-the-urban-ecosystem-of-brussels>

III. 5. (p.27) BARLES S. *Métabolisme de l'Île-de-France*, 2003.

Source: 8. Métabolismes urbains, in « Le développement durable à découvert », CNRS Éditions, Paris, 2013.

III. 6. (p.29) Cartographie des transferts de déchets à l'échelle régionale.

source: URBAN METABOLISM : Sustainable development of Rotterdam. JCFO. TNO. Biennale Internationale d'Architecture 2014.

III.7. (p.31) ROGERS Richard, *Metabolism of the cities*, 1999.

Diagramme (traduit de l'anglais vers français)

URL: https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-metabolism-of-city-by-Richard-Rogers-Source-Rogers-1998_fig1_340158702

III. 8. (p.32) ROGERS Richard, *Metabolism of the cities*, 1999.

Diagramme (traduit de l'anglais vers français)

URL: https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-metabolism-of-city-by-Richard-Rogers-Source-Rogers-1998_fig1_340158702

III.9. (p.35) Taux de recyclage en France (en %), 2020.

source des données: CITEO

URL : https://bo.citeo.com/sites/default/files/styles/header_template/public/2021-06/20210625_Chiffres_des_2020_Citeo_emballages.jpg?itok=7D3m-mMAp

III.10. (p.36) Retour supermarché.

source: URBAN METABOLISM : Sustainable development of Rotterdam.Fabric. JCFO. TNO. Biennale Internationale d'Architecture 2014.

III. 11. (p.37) Collectifs de protéines.

source: URBAN METABOLISM : Sustainable development of Rotterdam. JCFO. TNO.
Biennale Internationale d'Architecture 2014.

III. 12. (p.43) Axonométrie du site M4H et ses opportunités.

source : <http://1010au.net/projects/m4h>

III. 13. (p.45) Comparaison des quantités de matière apportées et rejetées selon les filières.

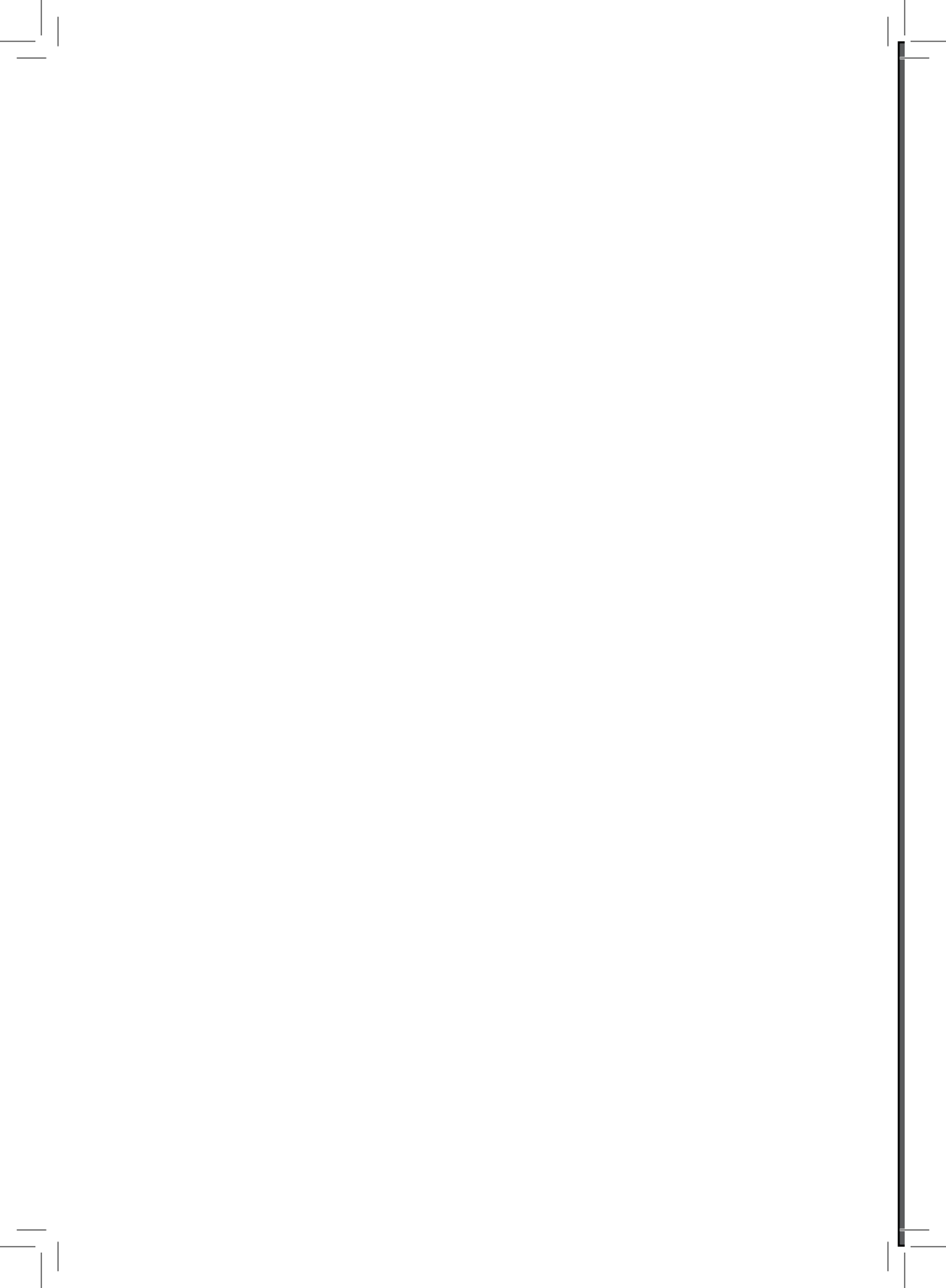
source : <http://1010au.net/projects/m4h>

III. 14. (p.62-63) Bilan des déchets ménagers et assimilés

BARLES Sabines, DUMONT Marc, Métabolisme et métropole, la métropole lilloise, entre mondialisation et interterritorialité, Coll. « Popsu », Paris, Ed. Autrement, 2021, p. 80-81.

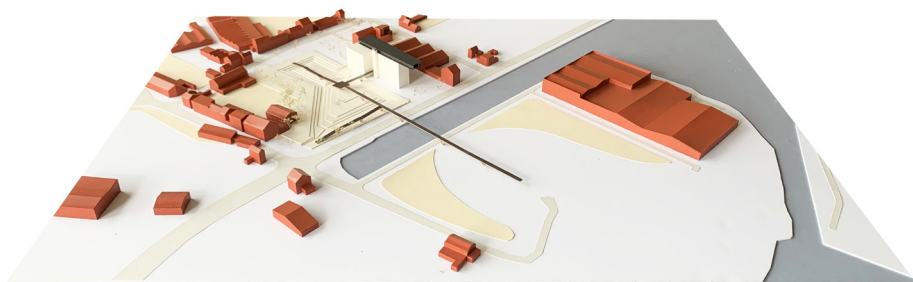
III. 15. (p.74) Vue semi-aérienne de la Citadelle et du Port Fluvial.

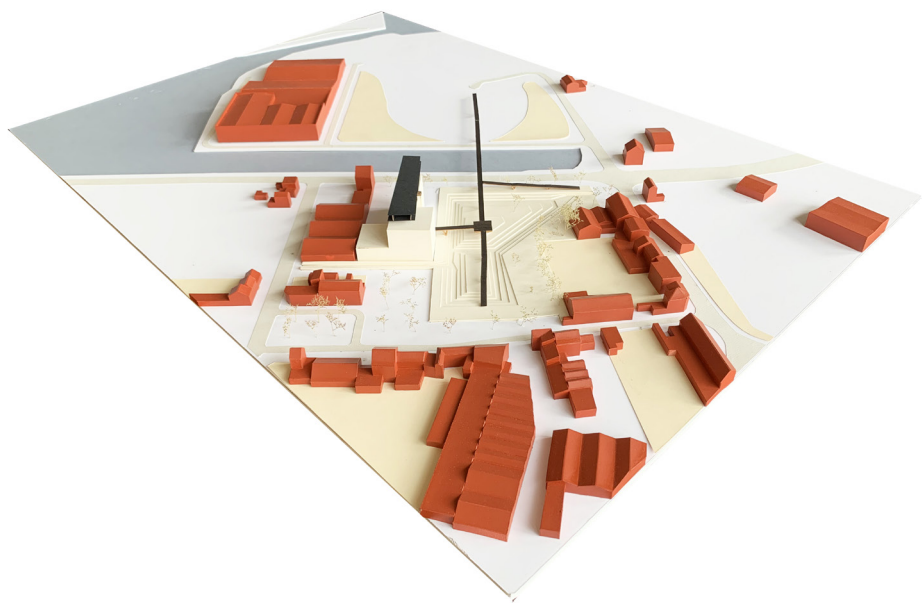
source : EUROPAN 14, « Lille, île des Bois Blancs : L'île des possibles, berges sous influence productive », dossier de site, 2018.



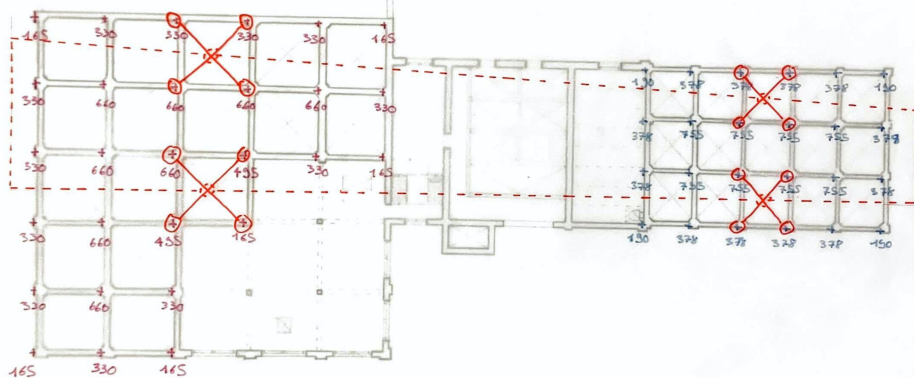
ANNEXES

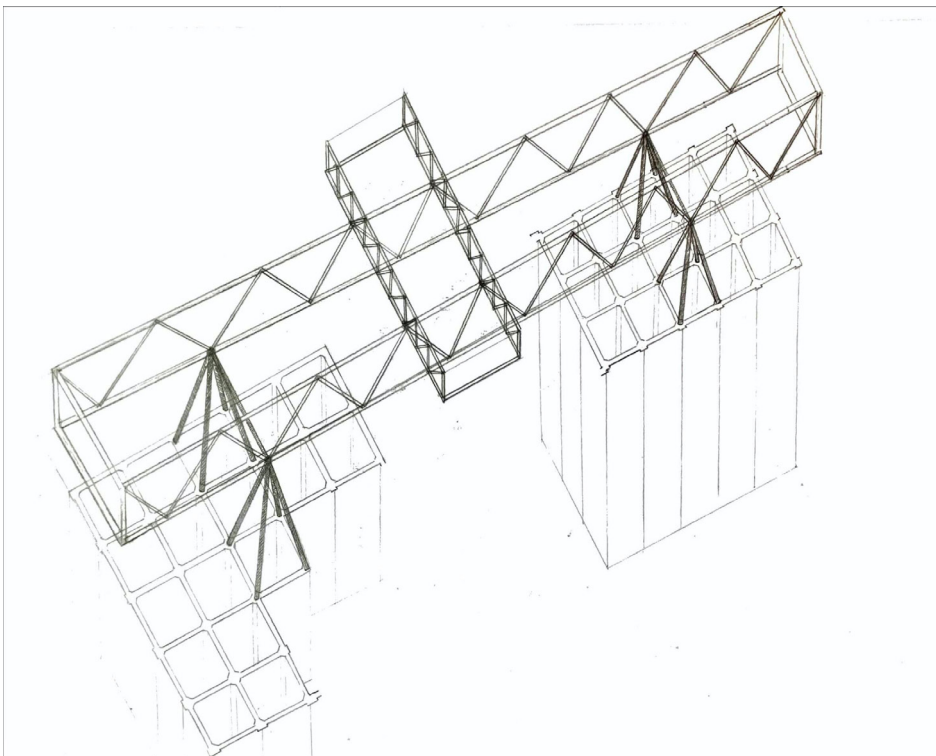
Maquette de site



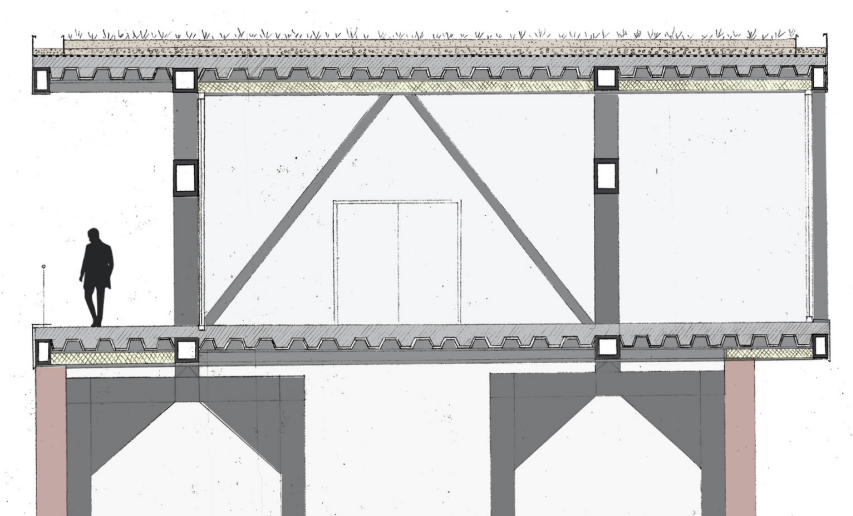


Recherche de la structure





Détail constructif



Étude de cas : Bruxelles 2040

Sources : 1. 51N4E. Brussels 2040. <https://www.51n4e.com/projects/brussels-2040>

2. 51N4E. l'AUC. Bas Smets. Mint. Transolar. Chrônos. Urban Solutions. Bruxelles 2040 : petite métropole, métropole mondiale, 2010. [https://urbanisme.irisnet.be/pdf/Cahier%20A3%20Petite%20Métropole](https://urbanisme.irisnet.be/pdf/Cahier%20A3%20Petite%20Métropole%20Mondiale.pdf)

[%20Métropole%20Mondiale.pdf](https://urbanisme.irisnet.be/pdf/Cahier%20A3%20Petite%20Métropole%20Mondiale.pdf)

Infrastructures adaptatives

Ce projet traite la manière dont les structures urbaines peuvent proposer une flexibilité favorisant le recyclage urbain. La ville devient alors une surface brute à la fois diverse et malléable pour s'adapter aux besoins croissants de logements ou de services à Bruxelles. Car effectivement, la diversification des modes de vie et l'évolution du travail deviennent une condition culturelle dans la société impliquant la flexibilité des espaces dans la ville. Ainsi, le lien déterminant entre le logement et l'espace public apparaît comme une évidence de l'identité pour la métropole de Bruxelles à travers une urbanité, une compacité et un multiculturalisme qui lui est propre.

La principale motivation de cette proposition est de voir ce que l'environnement urbain peut apporter en terme de qualité de cadre de vie aux citoyens pour servir la production des espaces dans le tissu bâti. Cette solution remet donc en cause le zonage fonctionnel systématique confronté à une mixité des activités dans l'espace public qui pourrait nettement améliorer les expériences et le potentiel social de ces lieux.

L'espace public caractéristique de Bruxelles se distingue par sa structure continue permettant d'articuler les déplacements et les architectures publiques à différents niveaux d'échelles. Ainsi ce réseaux devient un atout pour la mixité des échanges publics.

Sites potentiels

En tant que métropole, la ville doit se définir par des icônes architecturales et des réflexions sur le caractère publics de l'espace urbain. Cela a pour objectifs de créer un point de repère en ciblant les sites liés à des services comme les centres culturels, salle de concerts, stades de football, place de marché, transports publics etc. Cependant la volonté n'est pas de vouloir se démarquer mais plutôt de venir se fondre dans le tissu existant de la ville et transformer à l'échelle locale et territoriale les interactions de ces espaces publics.

Ce processus implique donc une classification et une hiérarchisation de ces services selon leur potentiel d'attractivité. Afin d'être répartis de manière localisée sur le territoire tout en prenant en compte leur accessibilité par les transports. À travers cette idée de « constellations » éparpillées sur le territoire urbain, les interactions produites permettront d'encourager le développement de la qualité de vie et un enrichissement mutuel avec la création de logements en lien direct avec ces « espaces métropolitains ».

Étude de cas : DE URBANISTEN - Watersquare Benthemplein (2013)

Source : 1. www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein
2. <https://www.publicspace.org/works/-/project/h034-water-square-in-benthemplein>
3. 2.2_2.5_GreenBlueInfrastructureBook.pdf
4. https://www.affmunqc.net/fileadmin/publications/amenagement_territoire/lutte_contre_changements_climatiques/changement_climatique_rotterdam.pdf

Contexte:

La ville de Rotterdam est particulièrement vulnérable face au changement climatique notamment sur les questions liées à l'eau. En effet, l'augmentation du niveau de la mer, la salinisation des eaux ou encore l'augmentation des précipitations de pluie sont des menaces pour le territoire de cette métropole. De plus, l'imperméabilité des sols en milieu urbain renforce cette vulnérabilité, c'est pourquoi la ville de Rotterdam a décidé d'agir en faveur du contrôle hydrographique de son territoire en adaptant ses infrastructures, afin d'atteindre différents objectifs: l'amélioration de la qualité de l'eau, le désengagement du réseau d'égouts ou encore la protection contre les inondations. Ainsi une des solutions retenue a été l'aménagement d'espaces publics inondables servant d'infrastructures de stockage pour l'eau de pluie. L'espace public choisit se situe dans un quartier densément peuplé de la ville, c'était un espace ouvert central délimité par différents types de bâtiments avec une diversité d'usage cependant la place était inutilisée et peu attrayante pour les habitants. Ce n'était donc qu'un espace résiduel résultant du développement aléatoire de la structure urbaine.

Principes constitutifs:

La multiplication du phénomène des fortes précipitations cause déjà des inondations dans la ville depuis quelques années. C'est pourquoi la ville de Rotterdam tente d'investir dans la construction de grands réservoirs souterrains permettant de collecter et retenir les eaux de pluies, également en évitant une saturation des égouts. Cependant ces infrastructures sont très coûteuses et « invisibles » pour les habitants. Ainsi l'intention pour ce nouveau type de projet consiste à mettre en place une stratégie d'implantation de systèmes de stockage d'eau en surface, dans le but de rendre les infrastructures explicites et accessibles à la population. De plus, l'aménagement ce type d'espace contribue une qualité environnementale en créant de nouveaux biotope en milieu urbain mais également une qualité sociale par l'apport d'espaces de loisirs et de partage aux riverains conférant une identité propre au quartier. Pour rendre attractif cet espace aux usagers, une démarche participative à vue le jour avec les personnes ayant l'habitude de fréquenter le quartier. Cela a ainsi permit aux usagers de s'accorder sur le programme à mettre en place et l'atmosphère du lieu tout en prenant en compte l'influence des cycles saisonniers de l'eau.

Éléments constitutifs:

L'espace public devient donc un espace inondable composé par trois bassins de rétention en béton d'une capacité totale de 1,7 million de litres. Durant la majeure partie de l'année, les bassins sont secs et sont donc utilisés comme espace de divertissement et d'occupation pour les habitants. Le bassin situé au centre est le plus grand et le plus profond, il ne se remplit seulement lors de très fortes pluies et sert de terrain multi-sport avec gradins lorsqu'il est vide. Le second bassin, plus petit, situé sur le côté nord de la place est de forme trapézoïdale avec un îlot centrale et des gradins servant de scène lorsqu'il est sec. Enfin, le troisième bassin sert de terrain aux sports de glisse lorsqu'il est vide. Ces trois bassins se remplissent successivement en fonction de l'importance des précipitations grâce à un jeu de niveau et d'ouverture entre les bassins répartissant l'eau accumulée.

De plus, l'eau est recueillie dans les bassins par des grandes gouttières en inox encastrées dans le sol, cela permet de canaliser les eaux de ruissellement de la chaussée et celles voisines mais aussi l'eau récupérée sur les toitures afin de les rediriger directement vers les deux plus petits bassins de rétention. Une fois que les bassins sont remplis, l'eau récupérée s'infiltre graduellement via un dispositif d'infiltration dans le sol, le surplus lui est stocké dans les bassins pendant 36h le temps que la pression sur le système d'égout diminue puis elle est ensuite drainée et évacuée.



