LES PLANTES AU SERVICE DU PATRIMOINE

Un avenir pour nos friches industrielles

LES PLANTES AU SERVICE DU PATRIMOINE

Un avenir pour nos friches industrielles

Comment intégrer la phytoremédiation à un aménagement paysager afin de régénérer les sols pollués tout en mettant en valeur le patrimoine industriel ?

Le cas de l'ancienne brasserie Terken au coeur de la zone de l'Union à Roubaix

Travail de fin d'études présenté par Victor Chianura,
en vue de l'obtention du dipôme d'architecte.
Année académique 2021-2022

Enseignante référente
Caroline Bolle

Experte
Géraldine Bidar

Promoteurs d'atelier
Daniel Otero Pena - Eric Van Overstraeten - Pierre Accarain

UCL Université catholique de Louvain

LOCI Bruxelles Louvain-la-Neuve Tournai
Faculté d'architecture d'ingénierie architecturale d'urbanisme

REMERCIEMENTS

Avant d'entamer la présentation de ce TFE, je souhaiterais remercier toutes les personnes ayant contribué et participé, de près comme de loin, à l'élaboration de ce rapport.

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à ma promotrice, Caroline Bolle, pour son suivi et son engagement, mais aussi pour son envie de mener à bien mon projet et me faire prendre conscience du potentiel de celui-ci.
Mon experte externe, Géraldine Bidar, qui par son expertise, m'a aidé à concrétiser mes recherches et mes intentions et qui fait que ce projet a aujourd'hui du sens.

L'ensemble des professeurs de l'atelier 1,618, Daniel Otero Pena, Eric Van Overstraeten, Pierre Accarain et Luca Sgambi, qui m'ont accompagné tout au long de ce projet et qui ont pu m'apporter leurs connaissances et expériences.

Je remercie également toutes les personnes que j'ai pu rencontrer et qui m'ont consacré une partie de leur temps afin de m'aider dans mes recherches.
Ma famille et amis, qui ont pu être un œil extérieur nécessaire au développement du projet mais qui m'ont également supporté et soutenu durant ce cursus en architecture.

Et enfin, à vous, lecteurs, qui donnez du sens à la réalisation de ce TFE, et qui je l'espère, animera en vous un intérêt pour le patrimoine industriel.

Bonne lecture !

AVANT-PROPOS

Habitant la métropole lilloise depuis plusieurs années, je me suis rendu compte que le nord de la France détenait un très riche patrimoine industriel. Cependant, beaucoup de ces anciens bâtiments sont maintenant à l'abandon. Ces édifices font, pourtant partie de notre histoire. Ils ont marqué notre culture, de par leur rôle dans la société ou par leur aspect monumental. Certains de ces sites représentent des surfaces de plusieurs hectares laissés en friche. De plus ces usines ou autres filatures ont engendré de véritables villes ouvrières autour d'elle et faisaient vivre des milliers de familles. Malheureusement, à leur fermeture, de nombreuses familles se sont retrouvées sans emploi et les logements ouvriers sont devenus très précaires et isolés du reste de la population. En plus de cet appauvrissement économique, ces friches représentent des poches vides à l'intérieur des villes à l'heure où la densification urbaine est un enjeu primordial.

Mes études m'ont permis d'avoir un regard critique sur les villes qui nous entourent et sur la façon de penser la ville de demain. Ce mémoire propose alors un travail de recherche et de questionnement sur le potentiel de la reconversion des friches industrielles et sur le fait qu'elles ont une place importante dans nos villes aujourd'hui.

Actuellement des plans d'actions sont menés afin de réinvestir ces friches industrielles. L'objectif étant de leur donner une seconde vie. Cependant, beaucoup de ces projets ont pour but de créer de nouveaux logements ou de bureaux sans toucher à l'enveloppe du bâtiment ni agir sur les alentours de l'ancienne industrie. D'autres projets ont pour objectif de démolir complément un site pour y construire des lotissements tout droit sortis de terre en effaçant complètement une partie de l'histoire du site.

En effet, investir ces lieux représente un enjeu énorme. Nous touchons à une partie de notre patrimoine. Alors comment le sauvegarder tout en conservant la mémoire du bâtiment ? Transformer et modifier un bâtiment faisant partie du patrimoine relève d'une enquête bien précise et d'une étude profonde du bâtiment afin de déterminer ce qui est juste en terme de modification et de reconversion. La réaffectation d'une construction demande une certaine délicatesse et une sensibilité au bâti pour ne pas dénaturer le site. Le but étant de faire écho à son affectation passée.

Malheureusement les sols de ces friches sont, pour la plupart, pollués. Cette pollution représente un frein dans la reconversion de celles-ci. Les méthodes de dépollution utilisées de nos jours sont principalement l'excavation. Cette méthode de déplacement et de remplacement du problème ne permet pas un vrai traitement de fond et est très coûteuse.

C'est pour cela que j'ai décidé d'explorer d'autre méthodes comme la phytoremédiation. Celle-ci permet de régénérer les sols grâce aux plantes. Une approche qui permet de trouver le juste équilibre entre conservation du patrimoine, développement urbain et paysager. Un moyen efficace qui permet à un projet de développer la biodiversité qui l'entoure.

C'est donc naturellement que mon sujet de TFE s'est dirigé vers l'articulation entre l'architecture et le vivant qui, pour moi, représente et devient le sens principal du travail de l'architecte aujourd'hui.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements 5

Avant-propos 7

Introduction 13

PARTIE 1. La métropole lilloise comme héritage industriel 19

CHAPITRE 1. LA MÉTROPOLE LILLOISE, L'ÂGE D'OR DE L'INDUSTRIE 21

1.1.1 Une métropole polycentrique, transfrontalière et industrielle 23
1.1.2 La métropole façonnée par l'histoire 25
1.1.3 Zone de l'Union et la brasserie Terken 27

CHAPITRE 2. LE DÉCLIN D'UNE ÈRE 29

1.2.1 Les problèmes de pollution 33
1.2.2 La désindustrialisation 35
1.2.3 Friches inexploitées dans la métropole lilloise 39
1.2.4 Un patrimoine à l'abandon et en danger 41

CHAPITRE 3. ARCHITECTURE ET PATRIMOINE INDUSTRIEL 43

1.3.1 Procédés constructifs et matériaux 47
1.3.2 La reconversion comme avenir 53
1.3.3 Renouer le patrimoine et l'économie 55
1.3.4 Lieux d'expression architecturale 59

CHAPITRE 4. REVITALISER DES ESPACES ABANDONNÉS 61

1.4.1 Une nouvelle dynamique d'amènagement pour la métropole lilloise 65
1.4.2 Le developpement de l'Eurométropole et du parc bleu 69
1.4.3 Travailler avec l'existant 77
1.4.4 Le traitement de la pollution : point épineux du renouveau 79

PARTIE 2. La phytoremédiation, un potentiel paysager pour les friches industrielles 81

CHAPITRE 1. CONSTAT SUR LA PLACE DES FRICHES INDUSTRIELLES DU POINT DE VUE DU PAYSAGE 83

2.1.1 Signification et évolution du terme «friche» 85

2.1.2 Perception générale des friches industrielles : un espace vacants dans le paysage urbain 91
2.1.3 Les bienfaits sociaux apportés par les friches industrielles 93
2.1.4 Qu'elle est la place des friches industrielles dans le paysage d'aujourd'hui ? 95

CHAPITRE 2. PHYTOREMÉDIATION ET POLLUTION 97
2.2.1 Introduction à la phytoremédiation 99
2.2.2 Pollution des sols et risques pour la santé 105
2.2.3 Techniques de traitements des polluants 107
2.2.4 La phytoépuration 121

CHAPITRE 3. VALORISATION DE LA PHYTOREMÉDIATION 131
2.3.1 Avantage et inconvénients des techniques de phytomanagement 135
2.3.2 Traitements et valorisation des plantes phytorestauratrices 139
2.3.3 Un paysage dépolluant 141

PARTIE 3. Zone de l'Union, entre paysage et patrimoine 147

CHAPITRE 1. LA BRASSERIE TERKEN AU COEUR DE L'AMÉNAGEMENT DE L'UNION 149
3.1.1 Zone de l'Union : des enjeux territoriaux 153
3.1.2 Aménagement et pollution de la zone 155
3.1.3 Les enjeux du projet 159

CHAPITRE 2. UNE DÉMARCHE RÉGÉNÉRATIVE ET DURABLE 161
3.2.1 Une transition en trois temps 163
3.2.2 Une reconnexion avec le vivant 167
3.2.3 La gestion des eaux 169
3.2.4 Les essences végétales 173
3.2.5 Réhabilitation de l'ancienne brasserie Terken 177

CHAPITRE 3. UN PATRIMOINE MIS EN VALEUR 179
3.3.1 Archéologie industrielle 181
3.3.2 Architecture et organisation 185
3.3.3 Une continuité paysagère 194

Conclusion 204

Bibliographie 209

Annexes 219

Introduction

L'histoire de la métropole lilloise est liée à celle de l'industrie textile, laissant derrière elle un héritage architectural extraordinaire. Aujourd'hui, après une période de désindustrialisation amorcée dans les années 1960, bon nombre de châteaux de l'industrie, halles, brasseries et autres sites de production, de l'industrie textile de l'époque ont été reconvertis. Ils ont trouvé de nouveaux usages, très divers et souvent, étonnamment à la pointe de la technologie.

Le processus a commencé à Lille dans les années 1970 sur le site de l'emblématique usine Le Blan, avec des logements sociaux, une église et un théâtre. Il s'est poursuivi à Roubaix, Tourcoing et Courtrai, faisant de la métropole lilloise, par la nature des sites présents, mais aussi à travers les nouveaux usages qui leur sont trouvés, un exemple en terme de reconversion du patrimoine.

L'enjeu est bien sûr patrimonial, du fait des qualités architecturales des édifices et de la mémoire sociale qu'ils portent. L'enjeu est aussi urbanistique : l'importance de ces bâtiments dans l'organisation du tissu urbain, dans des collectivités socialement défavorisées, en fait des lieux privilégiés de reconquête urbaine.

Ces sites sont aussi de véritables chantiers expérimentaux de créations architecturales en cours de restauration. L'enjeu était de préserver la qualité architecturale et la richesse historique de chaque bâtiment tout en donnant du sens à son nouvel usage. Si les démarches peuvent s'avérer très différentes, certaines réalisations sont exemplaires et démontrent que conservation et création contemporaine peuvent aller de pair.

Cependant, de nos jours et depuis plus d'un siècle, l'urgence climatique a bouleversé notre façon de penser l'architecture. Le respect de l'environnement devient un élément essentiel et incontournable de l'architecture lors du processus de conception. Le bâtiment n'est plus considéré comme un élément indépendant de son environnement, mais comme un prolongement de celui-ci.
L'ère industrielle nous a laissé non seulement une façon de construire, mais de nombreuses traces physiques au niveau urbain, que ce soit sur ou dans les sols.
La pollution des sols touche principalement les villes anciennes fortement industrialisées, comme la métropole lilloise. En effet, la MEL est depuis longtemps un pôle industriel majeur en France et en Europe, leader dans de nombreux domaines comme le textile ou la chimie. Mais au fil des décennies, son activité a progressivement cessé, laissant place à de vastes friches au cœur de la ville, aux sols fortement pollués. Le traitement et la transformation de ces grands espaces est un véritable enjeu environnemental pour la métropole.

La dépollution de ces friches est complexe, coûteuse et nécessite de grandes quantités d'énergie. Surtout lorsqu'il s'agit d'excaver des sols contaminés et de les exporter, parfois à l'étranger pour y être éliminés. Une solution a été développée au fil des années pour purifier le sol : la phytoremédiation qui se sert de l'utilisation de plantes pour purifier le sol. En plus des sols, la phytoremédiation permet également un traitement des eaux contaminées. Cette technologie permet de décontaminer à moindre coût en termes d'économie et d'énergie. Bien sûr, ce temps de traitement est beaucoup plus long, mais il offre de nombreuses opportunités dans son processus, comme la création de nouveaux paysages urbains, évolutifs, que l'on peut qualifier d'écologiques et productifs.

Dans ce TFE, nous allons essayer de voir plus loin, en trouvant le moyen de faire cohabiter cette méthode de dépollution tout en créant un aménagement paysager. Cette méthode permettra également de mettre en abime un vestige industriel : l'ancienne brasserie Terken, aujourd'hui à l'abandon. Ce travail cherche à comprendre comment construire des espaces renouvelables, comment concevoir ces nouveaux espaces et ce nouvel urbanisme pour amorcer la transformation de nos villes.

Ce TFE tentera de répondre à la question suivante : **« Comment intégrer la phytoremédiation à un aménagement paysager afin de régénérer les sols pollués tout en mettant en valeur l'ancienne brasserie Terken ? »**

La métropole lilloise et plus particulièrement La zone de L'Union entre Roubaix et Tourcoing sera le terrain d'étude et de mise en pratique de ce projet. Il est vrai que cette friche de 80 hectares a été le haut lieu de l'industrie lainière de la métropole. Par conséquent, cet espace représente une zone en pleine mutation mais avec des sols fortement pollués.

Ce mémoire a pour but de développer un point de vue théorique afin de mettre en place un projet qui sera l'aboutissement de ce travail : un parc paysager se servant de la phytoremédiation pour dépolluer les sols ainsi que l'eau pluviale de la zone de l'Union. Ce travail paysager s'accompagnera de la reconversion de l'ancienne brasserie Terken en un centre de recherche sur la phytoremédiation afin de pouvoir étudier in situ les avancées technologiques. De pair avec le centre de recherche, une partie culturelle sera aménagée pour retracer l'histoire du site.

Dans un premier temps, nous examinerons l'évolution de la métropole lilloise depuis le début de l'ère industrielle jusqu'à aujourd'hui. Nous nous intéresserons ensuite aux facteurs qui permettent et génèrent ce développement, que ce soit par les modes de transport ou par les enjeux territoriaux. Cette recherche vise également à mieux comprendre les problématiques et enjeux liés à la disparition de ces grandes industries. Nous verrons également les différentes opportunités qu'offrent ces espaces historiques et leur importance dans notre paysage urbain. Nous essaierons de comprendre comment la Métropole Européenne de Lille (MEL) développe des politiques de reconquête de ces espaces délaissés et pollués mais également les problèmes auxquelles elle fait fasse.

Dans un second temps, nous examinerons l'efficacité de la phytoremédiation comme technique de décontamination écologique et sa capacité à créer des paysages authentiques dans les centres urbains. Nous verrons également comment la phytoremédiation peut purifier l'eau contaminée. Nous explorerons la valorisation possible de ces végétaux dépolluants dans les matériaux de construction, dits « d'origines biologiques » ou dans la production d'énergie. Ces derniers peuvent être transformés dans ces mêmes lieux, une fois décontaminés, portant le principe du court-circuit à son paroxysme. Puis, à travers différentes études de cas, nous découvrirons ce que la phytoremédiation peut apporter en terme d'aménagement paysager.

Enfin, dans une troisième et dernière partie, nous tenterons de développer une stratégie paysagère et de mise en abime du patrimoine industriel de la métropole lilloise en se concentrant sur le site de l'ancienne brasserie Terken. Nous essaierons d'établir un phasage pour que le projet soit, au mieux, ancré dans la réalité de la décontamination des usines.

Le travail vise également à proposer de nouvelles dynamiques sociales, à travers un projet hybride qui associe écologie, recherche, culture, le tout exprimé par le paysage.

La méthodologie utilisée pour ce travail a été développée autour d'approches théoriques et d'approches de terrain avec la rencontre de plusieurs spécialistes.
L'approche théorique vise à fournir des données objectives (quantitatives et factuelles) issues des domaines de la science et de la recherche universitaire. Elle a permis de déterminer le sujet de la recherche. . Elle s'est traduite par la compilation d'informations issues de revues, de livres, d'articles ou encore de vidéos sur le domaine en question.

L'approche de terrain vise à cumuler le plus d'informations possible concernant le site d'étude, les enjeux territoriaux ainsi que les projets pouvant être source d'inspiration.
L'étude de terrain s'est initiée par une investigation des archives de la ville de Roubaix et de Tourcoing pour recueillir diverses informations sur le site choisi. Les recherches ont oscillé entre permis de construire, articles de journal ou encore documents administratifs. Malheureusement, une grande partie des informations que j'ai pu récupérer étaient trop anciennes et inutilisables. L'objectif a donc été de rencontrer directement des personnes liées de près ou de loin à la zone de l'Union.

J'ai tout d'abord rencontré Catherine Christiaens, coordinatrice au sein de l'Eurométropole. Lors de notre entretien, elle m'a fourni un grand nombre d'informations sur les objectifs de l'Eurométropole ainsi que sur les différents plans d'actions qu'ils souhaitaient mener. Elle a également pu me présenter différents projets qui pourraient nourrir ma réflexion. J'ai également été mis en contact avec différents responsables de site.

Ensuite, Diana De Cat, responsable du site Transfo à Courtai, a organisé une visite complète du site en pleine transformation. Il s'agit d'une ancienne centrale électrique au charbon, le long du canal Bossuit-Courtrai, reconverti en un lieu culturelle foisonnant d'activités en tout genre. On y retrouve un centre de plongée, une salle de réception ou encore un terrain d'escalade.

J'ai également fait la rencontre d'Adrien Froger, responsable d'Opération Pôle Union au sein de la SEM Ville Renouvelée (aménageur de la zone de l'Union) et Camille Longueval, gestionnaire d'attractivité territoriale au sein de la MEL (Métropole Européenne de Lille). Ils m'ont permis de découvrir et d'en apprendre davantage sur la zone de l'Union ainsi que sur les différents projets réalisés.

Afin de compléter mes recherches, j'ai pu m'entretenir avec Ludovic Blanckaert, architecte dans l'agence Béal & Blanckaert architectes. Son agence a réalisé le projet Kipstadium situé en face de l'ancienne brasserie Terken. Grâce au travail des différents corps de métier de l'agence, j'ai pu accéder à une base de données d'informations et de relevés très riche.

Grâce à ces différentes rencontres, j'ai pu recueillir une source d'informations considérables qui m'a permis d'établir et de constituer solidement mon TFE. Néanmoins, j'ai rencontré quelques difficultés. Notamment face à des demandes envoyées sans retour qui m'ont bloqué dans mes recherches.

1

La métropole lilloise comme héritage industriel

1.1 LA MÉTROPOLE LILLOISE, L'ÂGE D'OR DE L'INDUSTRIE
1.2 LE DÉCLIN D'UNE ÈRE
1.3 ARCHITECTURE ET PATRIMOINE INDUSTRIEL
1.4 REVITALISER DES ESPACES ABANDONNÉS

La métropole lilloise a été le centre de grands développements au cours des XIX et XXème siècles grâce à l'industrialisation de ce territoire. Ces développements industriels ont considérablement modifié la morphologie des villes mais également les modes de vies des habitants.

C'est pourquoi, j'ai voulu retracer cette histoire afin de comprendre et d'identifier ce qui a permis à la métropole lilloise d'être ce qu'elle est aujourd'hui et de déterminer la localisation de ces anciennes usines et anciens bâtiments. Ces installations se sont faites par rapport à la simplicité du transport mais aussi pour des raisons de stratégies économique. La morphologie des villes s'est alors modifiée en faisant apparaitre au cœur de celles-ci, les réseaux de chemin de fer mais encore la création de canaux. Ces traces du passé sont encore visibles et ont, aujourd'hui, de nouvelles dynamiques de développement.

Ces recherches vont permettre d'analyser les enjeux actuels des friches abandonnées et de comprendre ce qu'elles représentent aujourd'hui pour la population mais aussi pour le territoire et son développement. Les potentiels de reconversion et d'aménagement sont énormes et c'est pourquoi la MEL (Métropole Européenne de Lille) a décidé de se lancer dans la reconquête de ces no man's land et de remettre en valeur un riche patrimoine. Cependant, un point épineux est le problème de la pollution des sols et leur traitement.

1.1

LA MÉTROPOLE LILLOISE, L'ÂGE D'OR DE L'INDUSTRIE

1.1.1 Une métropole polycentrique, transfrontalière et industrielle
1.1.2 La métropole façonnée par l'histoire
1.1.3 Zone de l'Union et la brasserie Terken

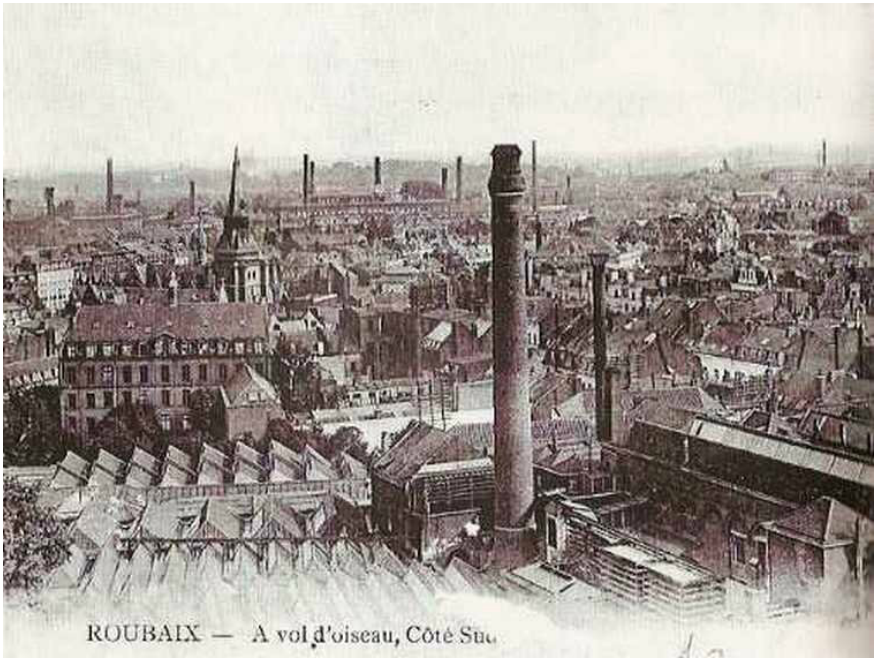


Fig. 1 - Vue panoramique de Roubaix, vers 1900

Roubaix et Tourcoing sont deux villes avec une histoire industrielle très marquée. Nous pouvons même affirmer qu'elles ont vu le jour grâce à l'industrialisation. Roubaix fut même la capitale mondiale de l'industrie textile au début du XXème siècle et se fit appeler la ville au mille cheminées.
Leur positionnement a été d'un rôle crucial. Situées le long du canal de Roubaix long de 12km reliant la Belgique et le centre lillois par la Marque, un grand nombre d'usines se sont implantées sur ce tracé.

1.1.1 Une métropole polycentrique, transfrontalière et industrielle

L'agglomération lilloise présente un certain nombre de spécificités qui la distingue des autres grandes villes françaises. Située à l'extrême nord du pays, elle constitue une grande agglomération urbaine complexe et polycentrique, dont le développement est étroitement lié à l'industrie, notamment textile. Elle s'étend sur l'axe sud-ouest nord-est, traversant la frontière franco-belge.

Avec la révolution industrielle, elle a connu un développement économique et urbain rapide, associé à toutes sortes de productions (agricoles, mécanique, chimiques, etc.), mais principalement sous diverses formes de textiles. Si la production existe toujours dans cette ville historique, c'est dans sa banlieue que se sont développées les principales industries du lin et du coton à proximité des voies d'eau et canaux.

Roubaix et Tourcoing, quelques kilomètres plus au nord, ont connu un développement plus rapide et plus brutal. Cas unique en France, en quelques décennies, ces deux villes, centres de l'activité textile rurale depuis la fin du Moyen Âge, sont devenues de grandes cités industrielles spécialisées dans la transformation de la laine. Elles entrainent dans leur développement des villes voisines comme Wattrelos et Mouscron (du côté belge), et sont ainsi associées à Tourcoing depuis le début du 20ème siècle, malgré la frontière mais sans discontinuités urbaines.

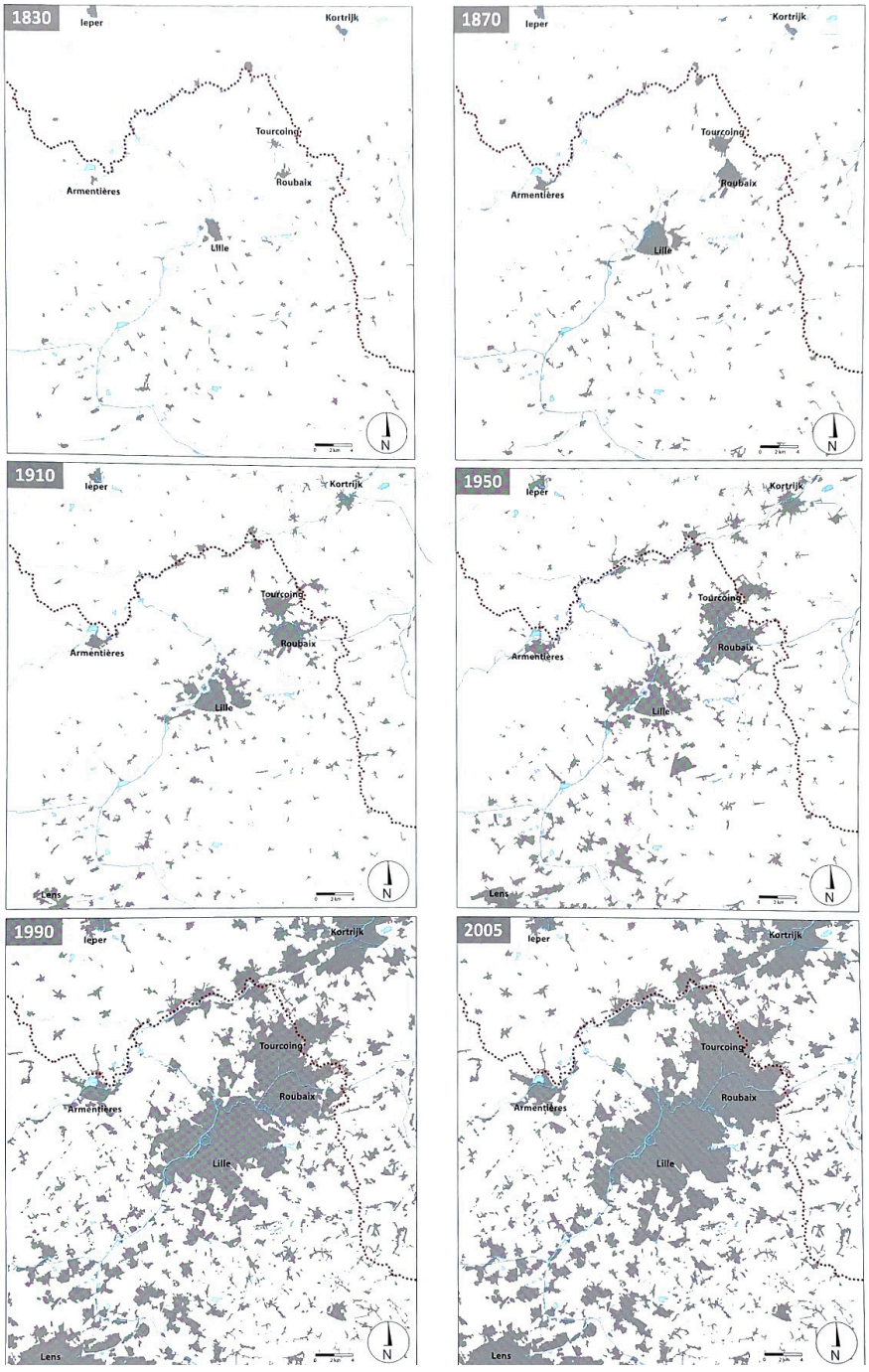


Fig. 2 - Évolution de l'urbanisation durant les deux derniers siècles.

1.1.2 La métropole façonnée par l'histoire

Au XXe siècle, le tissu urbain de ces villes et villages voisins se rejoint pour former la partie dense que l'on en vint à appeler la Métropole, formée par une véritable colonne vertébrale : le Grand Boulevard, reliant depuis 1909 les centres de Lille, Roubaix et Tourcoing.
Au nord-ouest de cet ensemble, sur la Lys qui marque la frontière, une série de villes jumelles s'est développée au fil des siècles entre les deux pôles actifs, Armentières (France) et surtout la ville de Courtrai. L'endroit le plus animé de Flandre ces dernières décennies. Différentes formes d'industrie textile ont été le moteur d'un développement économique et urbain à grande échelle depuis le milieu du XIXe siècle, et du côté belge, ce développement n'a que récemment ralenti.

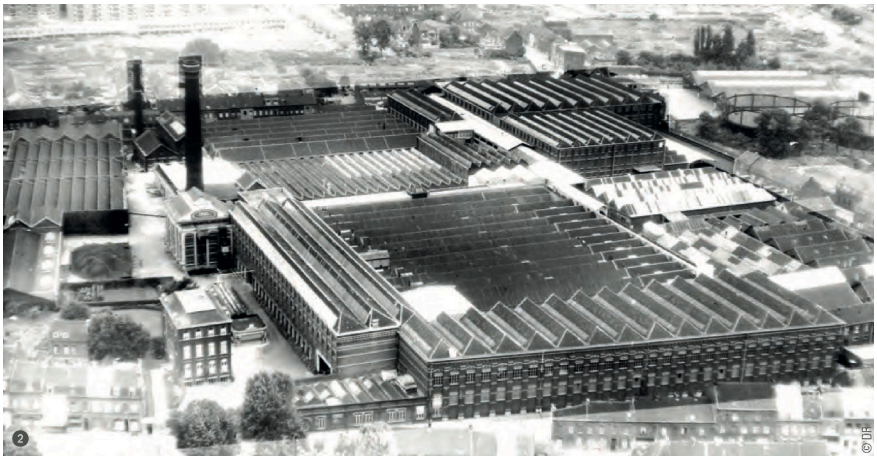


Fig. 3 - Photo panoramique de la filature La Tossée

Fig. 4 - Photo panoramique de la brasserie Terken

1.1.3 Zone de l'Union et la brasserie Terken

En un demi-siècle, la zone de l'Union, qui était d'un petit village de quelques fermes isolées, est devenue un lieu d'une cinquantaine de bases industrielles.

En effet, le développement industriel que connaît l'Union dans la seconde moitié du XIXe siècle est vertigineux. Pendant la révolution industrielle, ce n'était qu'un petit village avec quelques fermes, mais il est devenu l'un des cœurs industriels battants de la métropole.

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, la révolution industrielle a complètement changé la face du pays. Les filatures textiles (Vanoutryve), les filatures de cardage (Peignages de la Tossée), les ateliers de tissage se développent rapidement, parallèlement à l'implantation de la Grande Brasserie Moderne (plus tard Terken)...

Cette brasserie a été fondée en 1920 lors de la fusion de 3 brasseries régionales : Union, Alliance Tourquennoise et Jean Ghislain. Ils prennent alors comme nom «GBM» pour «Grande Brasserie Moderne». La distribution des produits de la brasserie reposait initialement sur deux formes complémentaires, un réseau de bistrots dans les villes environnantes, mais surtout la livraison à domicile aux particuliers des adhérents SCOP (société coopérative et participative).

Par la suite, des ateliers de chimie et des entreprises de métallurgie ont rejoint le complexe, notamment pour profiter des aménagements effectués comme la construction du canal de Roubaix ainsi que de la gare de marchandises construite au centre du site.

Au XIXe et au début du XXe siècle les habitations et commerces se développent de façon anarchique autour de ces usines jusqu'à former une agglomération continue. Dans le même temps, les usines continuent de croître, dessinant ainsi un territoire où l'industrie est omniprésente.

1.2

LE DÉCLIN D'UNE ÈRE

1.2.1 Les problèmes de pollution
1.2.2 La désindustrialisation
1.2.3 Friches inexploitées dans la métrople lilloise
1.2.4 Un patrimoine à l'abandon et en danger

Fig. 5 - Boulevard de Belfort (Lille) après un bombardement en 1916.

La région lilloise a été au centre de conflits majeurs en Europe, mais le XXe siècle a été particulièrement dévastateur. Les combats de la Première Guerre mondiale ont complètement détruit des villes comme Armentières, Ypres ou Lens.

Les villes occupées, notamment Lille, Roubaix et Tourcoing, sont pillées, leurs populations affamées et maltraitées. Leurs outils de production démantelés au profit des occupants. La reconstruction de la capacité industrielle, comme la reconstruction des zones touchées, prendra des années et ne permettra jamais à l'ère industrielle d'atteindre son apogée de 1913. D'autant plus que l'innovation se déplacera vers des zones moins exposées.

Bien que l'industrie locale ait été relativement épargnée par la Seconde Guerre mondiale, la crise des modes de production industrielle a eu des effets destructeurs et profonds sur une agglomération déjà touchée par la grande crise des années 1930.

À partir de la fin des années 1960, la réorganisation de l'activité, la faillite d'entreprises et la fermeture de nombreuses usines entraînent des modifications majeures du tissu urbain et impactent lourdement le patrimoine architectural de l'agglomération.

Fig. 6 - Photographie du village de Bournville, au sud de Birmingham, 1926.

« l'Espierre n'est plus qu'un égout boueux, chargé de toutes les immondices de Roubaix et Tourcoing, et qu'on ne pourrait songer à admettre dans le canal sans s'exposer à engendrer et à propager les épidémies les plus graves»[2]

1.2.1 Les problèmes de pollution

Dans les premières étapes de la révolution industrielle, les problèmes de pollution et de risques sanitaires étaient encore méconnus, ou du moins rarement pris en compte dans le développement industriel. Les dispositifs destinés à réduire les émissions polluantes sont encore peu développés et peu utilisés. Les effets nocifs liés à une exposition intense aux polluants sont restés longtemps imperceptibles. Ce n'est que dans la première moitié du XXe siècle que ces problèmes de pollution et de danger ont questionnés, alors que les usines étaient à leur apogée. Cette prise de conscience a émergé à cause de la proximité des usines et des habitations, qui sont devenues très proches. De plus, ces industries se sont mêlées à l'agriculture en raison de leur proximité.

Ensuite, les premiers dommages à l'environnement et à la santé ont commencé à être examinés, établissant rapidement un lien de cause à effet. Pour résoudre ces problèmes, il existe peu de solutions car les usines sont déjà construites. Des cheminées de plus de cinquante mètres de haut sont alors construites dans le but de réduire l'impact des émissions sur le milieu environnant. A cette époque, on a également commencé à développer les premiers filtres à fumée pour tenter de réduire les émissions dans l'atmosphère. Malheureusement la pollution de la Deûle et des sols était encore considérable.

La directive européenne Seveso est apparue en 1982 après la catastrophe italienne de 1976[1]. La directive impose l'identification des sites industriels à risque afin de prévenir tout accident. Ces directives ont été créées pour protéger les résidents des zones environnantes en cas de catastrophe, tout en les protégeant de la pollution provenant des émissions des usines.
Cependant, même avec ces mesures, les polluants continuent de s'écouler dans le sol et les eaux environnantes.

[1] La catastrophe de Seveso est une catastrophe écologique et sanitaire survenue dans le nord de l'Italie en 1976. Un nuage d'herbicide contenant le produit toxique s'est échappé de l'usine chimique, polluant le milieu environnant, contaminant de nombreux enfants des communes voisines qui ont dû être hospitalisés, dont Seveso, et tuant des dizaines de milliers de d'animaux.

[2] *Du canal de Roubaix à l'insalubrité de la vallée de l'Espierre. Une histoire environnementale du contrôle de l'eau par les industriels de Roubaix au XIXème siècle*, GAGNEPAIN Yaël, Histoire politique, 43 | 2021, mis en ligne le 01 février 2021. URL : http://journals.openedition.org/histoirepolitique/415, consulté le 25 novembre 2021

Fig. 7 - Halle industrielle abandonnée dans le quartier de Fives-Cail à Lille.

1.2.2 La désindustrialisation

Dans la seconde moitié du XXe siècle, l'ère industrielle en Europe et aux États-Unis a commencé à toucher à sa fin. Avec l'avènement des technologies et de l'informatique, les pays développés ont évolué vers une économie de services. Cette nouvelle direction peut être décrite comme la troisième révolution industrielle. Les usines et la fabrication ont été délocalisées en dehors des villes et même dans d'autres pays, dont la plupart étaient émergents.

Pour la métropole lilloise, le déclin commence dans les années 1950. En 20 ans, 11% de l'emploi salarial industriel régional a été détruit. De grandes industries sont en restructuration et les employeurs délocalisent souvent leurs activités avant de décider de fermer des sites de production. Face à ce problème apparemment inéluctable, les luttes ouvrières semblent impuissantes à contenir la crise.

Parallèlement, en 1961, une industrie tertiaire émerge, notamment en France. L'un des premiers supermarchés de France ouvre à Roubaix, marquant le début de la grande distribution. De grandes familles textiles et d'autres entreprises ont commencé à réorienter leurs activités vers le commerce de détail. Entre 1975 et 2012, grâce à l'avènement des nouvelles technologies, le taux d'emploi industriel de la métropole lilloise est passé de 39,6 % à 9 % et le taux d'emploi tertiaire est passé de 52,2 % à 87 %. Les crises pétrolières de 1973 et 1979 ont scellé définitivement l'avenir industriel qui se retrouve fortement affecté par la hausse des coûts de l'énergie. La quasi-totalité des bases industrielles situées dans les villes a fermé les portes à la fin du XXe siècle, laissant place à de grands terrains vagues généralement au milieu de zones fortement urbanisées.

Ces sites offrent de réelles opportunités pour repenser la ville, l'urbanisme ou l'habitat. Mais en raison de décennies de production, la reconversion de ces friches industrielles a soulevé un problème environnemental récurrent, sans doute le problème impactant le monde entier, le problème de la pollution des sols.

Fig. 8 - Photographie de la brasserie Terken à l'abandon.

La brasserie Terken

La brasserie Terken va quant à elle, résister quelques années encore après ce déclin à grande échelle. Malheureusement, le développement de la grande distribution a entraîné la disparition de la livraison à domicile. Les brasseries sont devenues des producteurs de bière de marque distributeur tout en conservant leur production d'origine, principalement de la bière de garde. En 1989, la Grande Brasserie Moderne prend le nom de son produit phare : Brasserie Terken et tente de se positionner sur des bières plus valorisées. Mais la taille de l'entreprise (la première brasserie indépendante de France) était trop importante pour le volume de ce marché de niche. Le nombre d'employés est passé de 600 à 300 salariés avant de licencier 80 nouveaux salariés en 2000. Après le rachat en 2002 par Covinor, les effectifs continuent de se réduire et le 27 février 2004, la brasserie et ses 165 salariés sont liquidés par le tribunal de commerce de Roubaix-Tourcoing.
Les usines et le quartier cèdent la place à une vaste friche (zone de l'Union), où la réhabilitation écoresponsable est envisagée, avec une approche participative impliquant les habitants et les futurs habitants potentiels.

Fig. 9 - Travaux de remise en état du bâtiment Le Blan – Lafont à Lille.

1.2.3 Friches inexploitées dans la métropole lilloise

La métropole lilloise est l'une des régions qui compte le plus de friches industrielles en France. Plus de 200 friches y sont répertoriées pour un espace d'environ 400 hectares d'espace à reconvertir.
La quasi-totalité de ces sites industriels ont pollué les sols. C'est l'un des principaux problèmes de la stratégie de valorisation des friches lancée par la métropole, espérant marquer la fin des destructions industrielles. Pour des villes comme Lille et leurs communes, la transformation de ces espaces délaissés est un véritable enjeu de développement urbain durable.

C'est l'occasion de repenser l'urbanisme et de créer de nouvelles fonctions et de nouvelles mixités, et d'en faire de nouveaux quartiers avec l'environnement comme cœur de projet. Cette prise de conscience du potentiel de ces friches est relativement récente. Elle est au cœur du développement urbain de la région. Les grands projets de restauration de friches industrielles comme le Quartier de l'Union ou les « Rives de la Hautes Deûle » en sont la preuve.

Ces friches ont la particularité d'être stratégiquement situées, généralement à proximité du centre-ville. A l'origine, lors de leur développement, elles se trouvaient en bordure des villes, mais par la suite, les quartiers ouvriers se sont développés autour d'elles. Ces usines étaient alors le centre de ces cités industrielles. Ces usines sont le cœur de ces communautés et des lieux d'intense activité humaine. Aujourd'hui démolis et vacants, ces quartiers attendent un nouvel élan pour reprendre vie.

Fig. 10 - Ancienne filature de coton, l'Usine Motte Bossut apparaît comme l'un des fleurons de l'architecture industrielle du nord. Elle abrite aujourd'hui les archives national du monde du travail.

1.2.4 Un patrimoine à l'abandon et en danger

Les années qui suivent la Seconde Guerre mondiale sont marquées par une transformation industrielle rapide et fondamentale. La reconstruction d'infrastructures détruites par la guerre, la création de la Communauté européenne du charbon et de l'acier (CECA, 1951), puis la création de la Communauté économique européenne en 1957 (CEE, 1957). Dans les années 1960, la France connaît une croissance fulgurante, les industries anciennes s'adaptent aux nouvelles technologies et à l'évolution des besoins. Les villes explosent en taille et en hauteur. Le «vieux» est de trop, on l'abat, on casse, on démolit.
Mais malgré les vents contraires, certains se rendent compte que la société perd le témoignage matériel d'éléments de valeur et d'identité.

A l'initiative de la Commission européenne, 1975 devient l'Année européenne du patrimoine architectural. Cette initiative consacre la renaissance de la notion de patrimoine, qui s'est élargie à des sujets jusque-là exclus du « vrai patrimoine ». Parmi eux, nous constatons que les lieux de travail et les logements industriels deviennent rapidement l'objet d'une nouvelle discipline appelée «archéologie industrielle».
Dans certains pays, les premiers sites industriels et vestiges ont été protégés et conservés ou préservés par des bénévoles, les pouvoirs publics ou encore les entreprises industrielles ou commerciales qui les possédaient. Cependant, «la mise en musée» a ses limites et ne peut à elle seule sauver cet héritage.

D'autres solutions plus créatives doivent être recherchées afin de préserver la vaste masse de bâtiments, de sites patrimoniaux, d'œuvres d'art et de documents pour les générations futures. Toutes les brasseries ne peuvent pas être un musée de la bière, toutes les églises ne peuvent pas être un centre du patrimoine religieux. C'est pourquoi le concept de réaffectation l'emporte finalement sur le concept de préservation et de conservation.
Le grand colloque[3] d'archéologie industriel qui s'est tenu à Lille en octobre 1979 s'intitulait déjà «Patrimoine industriel. Stratégies d'avenir».

[3] « Un colloque est à l'origine une assemblée de spécialiste qui se réunissent pour discuter et donner leur opinion sur des questions précises, déterminées à l'avance ». https://www.linternaute.com, consulté le 14 octobre 2021

1.3

ARCHITECTURE ET PATRIMOINE INDUSTRIEL

1.3.1 Procédés constructifs et métériaux
1.3.2 La reconversion comme avenir
1.3.3 Renouer le patrimoine et l'économie
1.3.4 Lieux d'expression architecturale

Fig. 11 - Photographie d'une filature à Roubaix.

« En 2012, la Région Nord-Pas-de-Calais a gagné l'inscription de son bassin minier sur la Liste du Patrimoine Mondial, au titre de paysage culturel évolutif. Nul doute que, grâce à une histoire industrielle et à ses expressions formelles toutes différentes, le périmètre réunissant Lille-Roubaix-Tourcoing et autres localités constitue, en l'absence même de ce label de prestige, le second pôle du patrimoine industriel de la Région. Le paysage, ici, naît de l'accumulation, au cours des deux derniers siècles, des monuments industriels : créativité liée à l'emploi pour ces derniers de la brique industrielle ; création répondant aux commandes de l'habitat patronal. Au voisinage de l'Angleterre et de ses modèles, Lille est devenu elle-même exportatrice de l'art de ses architectes et ingénieurs. L'architecture de l'industrie remplit ici, sans conteste, sa double fonction de support technique et stylistique de choix pour de nouvelles affectations économiques, culturelles, résidentielles, et de signe nécessaire à l'entretien de la mémoire du travail, et aussi de l'identité des habitants, au même titre que les beffrois et les clochers.»[4]

[4] Louis BERGERON dans *Métamorphoses, la réutilisation du patrimoine de l'âge industriel dans la métropole lilloise*, BEART Thierry. et coll. Lepassage, 2013, p. 7

Fig. 12 - Photographie de la filature Le Blan à Lille.

1.3.1 Procédés constructifs et matériaux

L'héritage de l'ère industrielle de la région lilloise, marqué par des décennies d'évolution et de changements, reste globalement cohérent sur un plan constructif. Les bâtiments, dominés par la typologie des filatures, pourtant diverses, sont souvent unifiés par l'utilisation de briques sur les façades, mêlant ainsi les programmes industriels dans une sorte de continuum spatial, urbain et temporel. Dans cette homogénéité, il est important de distinguer les principaux modes architecturaux et de souligner certaines caractéristiques uniques de l'architecture et de technique.

Édifices de briques et de métal

La typologie de l'usine textile à étages a trouvé un socle de développement unique dans la région lilloise, ce qui en fait le meilleur lieu d'observation de la typologie, de ses modèles et de ses évolutions. Les solutions techniques adoptées seront appliquées à la plupart des autres bâtiments de l'époque : entrepôts, chaufferies, fonderies, ateliers mais aussi les brasseries
Ces grands volumes parallélépipédiques abritant hommes et machines sont composés d'une épaisse enveloppe porteuse en brique contenant des planchers soutenus par un quadrillage de colonnes métalliques. Des colonnes en fonte combinées à des arcs en brique pris en sandwich entre des poutres métalliques, supportent des charges exceptionnelles et répartissent mieux les vibrations des machines. Entre maçonnerie et construction légère, l'usine textile est une structure collaborante efficace sur le plan statique.

D'après Gilles Maury, architecte et enseignant à l'ENSA[5] de Lille : «Les bâtiments industriels se doivent avant tout d'être tramés et tirent du rythme de leurs travées, visible dans la fenestration, l'essentiel de leur caractère. C'est aussi une architecture de la masse, du grand volume épais superposant de larges plateaux indifférenciés, dont les architectes et les entrepreneurs sauront tirer les leçons sur le plan urbain, au-delà de la stricte utilité.»[6]

[5] ENSA : école nationale supérieure d'architecture
[6] *Métamorphoses, la réutilisation du patrimoine de l'âge industriel dans la métropole lilloise*, BEART Thierry. et coll. Lepassage, 2013, p. 39

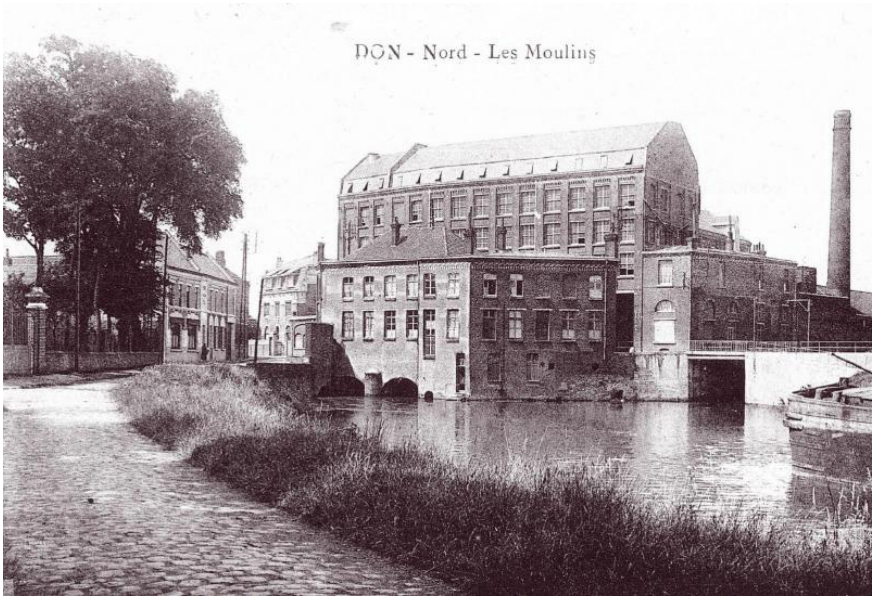


Fig. 13 - Photographie des moulins de Don, première réalisation en béton de Hennebique dans le nord en 1893.

L'apport du béton

À la fin du XIXe siècle, l'hégémonie du système d'usine à plusieurs étages ou de l'atelier en nappe de sheds[7] semblait être complète. Néanmoins, la forte croissance des années 1880-1890 entraîne une concurrence accrue entre les entreprises de construction. L'ingénieur-constructeur François Hennebique (1842-1921) trouve un terrain propice aux expérimentations dans la métropole lilloise, qui se multiplient dans les années 1890 après l'acquisition de ses nombreux brevets. En 1893, Hennebique construit un moulin audacieux à Don-Sainghin, probablement sa première grande réalisation dans la région, véritable outil de démonstration.
Posé sur l'eau, le bâtiment possède une ossature en béton utilisant les liaisons entre les colonnes, les poutres et les planchers qui ont fait la renommée du constructeur. C'est aussi une belle démonstration des différentes possibilités du béton : portées augmentées, association de volumes hétérogènes, charpentes sans entrait[8]... Hennebique a invité la même année des membres de la Société régional des architectes à expliquer ses « expériences sur la voûtes en ciment et fer[9] ».

Le système Hennebique sera finalement adopté par les architectes au tournant du XXème siècle. La reconstruction dans les années 1920 aura contribué à la première généralisation de l'utilisation du béton, avant de s'imposer après la Seconde Guerre mondiale.
Si les propriétés et performances de ce matériau entrent rapidement dans l'industrie, les nouvelles possibilités d'écriture architecturale qu'il permet ne sont sûrement pas si aisées. Le moulin de Don-Sainghin possède encore une enceinte en brique très traditionnelle.

[7] Sheds : toiture en dents de scie pouvant être vitrée
[8] Entrait : élément de charpente empêchant l'écartement de la toiture. Cet élément est relié à d'autres pièces de charpente.
[9] *L'architecture et la construction dans le Nord*, n°2, février 1894, p. 17

Fig. 14 - Photographie de la tour Terken construite entièrement en béton et haute de plus de 50 mètres.

Cependant la filature du Barrois[10] joue la carte de la nouveauté : la structure est autosuffisante, avec une façade ouverte dotée d'immenses parois de verre occupant tout l'espace entre les colonnes. C'est la principale contribution du béton aux différentes typologies industrielles locales : « *la façade à la possibilité d'exprimer clairement l'ordre structurel global*»[11].

C'est dans ce courant que la brasserie Terken va naître avec sa structure poteaux-poutres en béton. Bien que sa structure suffise à la stabilité de l'ensemble, les façades vont tout de même être remplies de briques. Cependant, les ouvertures restent aisées et relativement libres.

Entre les deux guerres mondiales, la concurrence pour le béton va s'intensifier et les entreprises vont se concurrencer sur un marché en plein essor. Malgré l'affirmation croissante du béton et de son expression structurale, le problème des enveloppes n'a pas disparu. La brique est toujours omniprésente, assurant le rôle de porteur d'identité régionale comme pour le Grand Moulin Rouge dans Marquette Leslière (1921).

[10] Filature construite à Lille et conçue par F.Hennebique en 1896
[11] Gilles Maury dans *Métamorphoses, la réutilisation du patrimoine de l'âge industriel dans la métropole lilloise*, BEART Thierry. et coll. Lepassage, 2013, p. 7

Fig. 15 - Photographie de la Gare Saint Sauveur, ancienne gare de marchandise à Lille convertie en un lieu culturel.

1.3.2 La reconversion comme avenir

De la seconde moitié du XIXe siècle à la première moitié du XXe siècle, les premiers remodelages s'amorcent, avec de nombreux sites passant d'une industrie à l'autre (du textile à la munition, de l'armement à l'automobile...), les infrastructures du site (production et fourniture d'énergie, voies navigables, voies ferrées, etc.) et l'énorme potentiel de ces bâtiments (capacités souvent extraordinaires en termes d'espace, de lumière, de surcharge, etc...) facilitent cette reconversion avec des moyens économiques et une logique de gain de temps.

Enfin, en Europe, à partir de la seconde moitié du XXe siècle, la désindustrialisation a commencé. Des sites entiers ont été abandonnés et transformés en friches industrielles. Face à cette situation, la première réaction des pouvoirs publics est souvent de vouloir tourner la page et effacer du paysage toute présence de cette industrie disparue. Seuls quelques bâtiments ou structures d'intérêt économique échappent à cette destruction. Certaines friches industrielles deviennent par la suite des friches culturelles : des sites occupés hors de tout cadre officiel, hors de tout cercle économique, se transforment en lieux d'expérimentation artistique. Comme nous le montre Jean-Bernard Cremnitzer, architecte du patrimoine, c'est par la nature même de leurs bâtiments, leur situation en périphérie de la ville, que ces friches industrielles abritent l'art de demain et les nouvelles pratiques architecturales. A ces transformations culturelles s'ajoutent des transformations à finalité économique : les activités tertiaires (bureaux, centres de recherche, high-tech, etc.) s'insèrent alors dans des halles, des hangars, des filatures, des aciéries.

Avec le patrimoine industriel, le remodelage devient un travail de transformation : il s'inscrit aujourd'hui dans la pratique des projets architecturaux, entièrement remis au goût du jour et pratiqué par de nombreux architectes.

Philippe Prost, architecte urbaniste, synthétise parfaitement les enjeux de ces projet en disant que «la reconversion est au bout, un acte de foi en l'avenir et, au-delà, la possibilité d'une création architecturale, urbaines et paysagère renouvelée parce que partant d'un substrat très spécifique. La mémoire matérielle et immatérielle des lieux formant l'ADN du projet et du site futur après métamorphose»[12].

[12] *Monumental : le patrimoine industriel, revue scientifique et technique des monuments historiques*, semestriel 1, BERJOT Vincent. dir., Edition du Patrimoine, 2015, p. 88

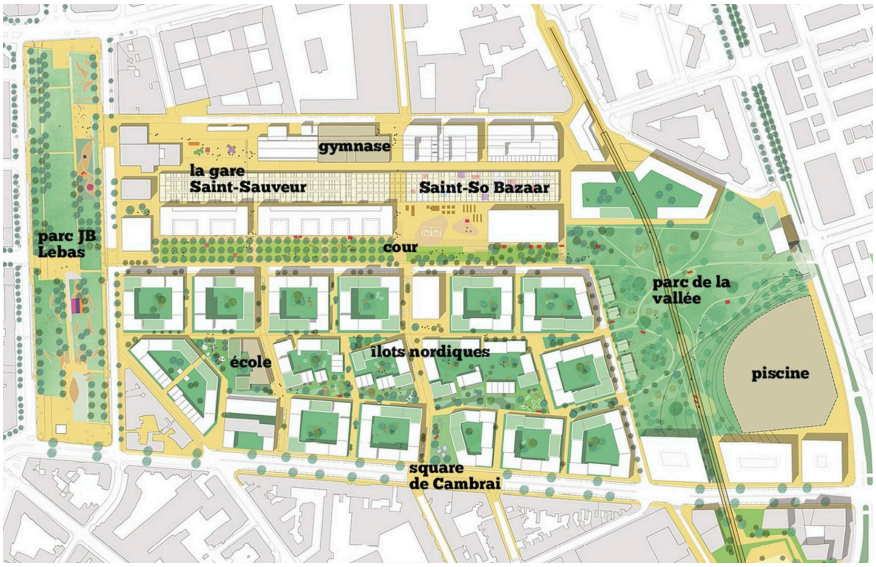


Fig. 16 - Plan du projet d'aménagement de la friche Saint-Sauveur.

1.3.3 Renouer le patrimoine et l'économie

Depuis 2009, l'industrie française a perdu plus d'emplois qu'elle n'en a créé chaque année. De profondes mutations de la structure de l'économie et de l'organisation des systèmes de production expliquent en partie la baisse de l'emploi industriel. Cette réorganisation du monde entrepreneurial s'accompagne d'une réorganisation générale des sites industriels, au cours de laquelle les ressources territoriales existantes, dont le patrimoine, ne peuvent être ignorées. L'évolution de la structure économique vers le tertiaire se manifeste comme un processus de destruction créatrice[13], et la reconversion du patrimoine industriel peut être cohérente avec une économie modernisée qui accepte son évolution.

Depuis la renaissance du patrimoine industriel en France il y a 40 ans, les opérations de reconversion ont multiplié et diversifié les usages. De nouvelles allocations, parfois intégrées dans les stratégies d'aménagement du territoire, contribuent à modifier les schémas industriels établis de longue date. Indépendamment de l'usage et de la surface du site à réinvestir, l'ouverture sur l'environnement et la réoccupation du site par la population accompagnent ces processus patrimoniaux. Souvent centrés sur des projets culturels ou mixtes (logements, équipements, commerces, bureaux, etc.), peu de grands projets d'aménagement ont une influence entièrement économique.

[13] Selon l'expression de l'économiste Joseph Schumpeter (1883-1950)

Fig. 17 - Photographie intérieur d'Euratechnologie (ancienne filature Le Blan), pôle d'excellence dédié aux entreprises spécialisées dans les Technologies de L'Information et de la Communication.

Envisager de nouveaux usages économiques pour les friches industrielles est à la fois un signe de reconnaissance de l'histoire et du patrimoine. Dans un contexte de changement social et de transition énergétique, le patrimoine industriel est un vecteur de développement social souhaitant parvenir à un développement durable du territoire. Parmi ses atouts, il convient de mentionner son emplacement stratégique dans le tissu urbain, répondant à la réintroduction de services et de commerces de proximité pour la densification urbaine.

Prendre en compte la dimension économique de ces lieux est une autre manière d'ancrer le patrimoine industriel dans le sens d'intérêts collectifs et de préoccupations sociales. Cette démarche vise à améliorer la capacité du patrimoine industriel à questionner les nouvelles formes de travail et à s'inscrire dans la dynamique économique. Dans cette optique, mettre en valeur l'innovation et réunir dans un même espace siège, production, fonctions tertiaires (liées à la recherche et au développement) et administratives est un atout.

Fig. 18 - Photographie de l'ancienne filature Le Blan Lafont, véritable chateau de l'industrie.

1.3.4 Lieux d'expression architecturale

La spécificité des friches industrielles est à la fois un atout et une contrainte dans le processus de transformation. La nature des lieux modifie les règles de processus en termes de maîtrise d'ouvrage, de maîtrise d'œuvre et de maîtrise des usages. Soulignons également le caractère minimaliste de la reconversion et la puissance symbolique et esthétique du lieu, qui peut laisser penser qu'il y a un manque de création architecturale dans un projet de rénovation de bâtiment, mais qui au contraire, arrive à révéler la force des lieux.

Les espaces industriels se caractérisent par une certaine énormité dans l'échelle du paysage, souvent avec un contexte urbain bien particulier. Les matériaux et les textures de ces ensembles d'usines sont également spécifiques - fonte, acier, brique, béton - et assemblés en systèmes constructifs. Ils permettent de s'étendre sur de grandes portées et de libérer l'espace de production de toute barrière structurelle (plan libre). L'espace intérieur est généralement un volume massif baigné de lumière zénithale ou de la lumière provenant des façades et ponctué par une trame de colonnes répétitives. Infrastructures, silos, engins ou réservoirs sont des souvenirs d'activités anciennes et contribuent à l'esprit des lieux (genius loci).
De ce fait, les architectes sont confrontés à des espaces démesurés, voire des dimensions «extravagantes», des volumes souvent colossaux aux textures et matériaux insolites, présentant des caractères inspirants mais aussi empreints des souvenirs d'une mémoire avec laquelle ils doivent composer.

Par ailleurs, se pose également le problème de l'identification patrimoniale. La friche industrielle peut être pensée dans le cadre de la dynamique patrimoniale d'un bâtiment ou de son environnement, ce qui peut conforter ou accélérer la première phase de patrimonialisation. Cela pourrait aussi être le déclencheur, car la notoriété du site permet à un large public d'accéder à des lieux jusque-là inconnus.

1.4

REVITALISER DES ESPACES ABANDONNÉS

1.4.1 Une nouvelle dynamique d'aménagement pour la métropole lilloise
1.4.2 Le développement de l'Eurométropole et du parc bleu
1.4.3 Travailler avec l'existant
1.4.4 Le traitement de la pollution : point épineux du renouveau

Fig. 19 - Illustration de l'aménagement de Fives-Cail à Lille.

« La ville du XXIème siècle que nous voulons construire, à Lille et dans l'Eurométropôle, réside dans notre capacité à imaginer une ville-territoire attractive, capable de renouer avec la mixité urbaine, fonctionnelle, sociale et générationnelle. Mais au-delà, c'est notre capacité à donner un sens, des repères permettant aux habitants de se reconnaître mais aussi d'envoyer des signes vers l'extérieur. Permettre la préservation du patrimoine, non comme simple témoignage du passé, mais comme facteur de développement et de qualité de vie est donc primordial à mes yeux »[14].

[14] Martine AUBRY dans *Métamorphoses, la réutilisation du patrimoine de l'âge industriel dans la métropole lilloise*, BEART Thierry. et coll. Lepassage, 2013, p. 5

Fig. 20 - Image de rendu pour le projet de transformation Lille 3000.

1.4.1 Une nouvelle dynamique d'aménagement pour la métropole lilloise

Tous les éléments vus ci-dessus sont de réelles opportunités pour l'avenir de la métropole. Souvent situés en leur cœur, il est possible de repenser la structure des rues, des quartiers voire des communes en redessinant et repensant leurs paysages et leur diversité. Comme nous l'avons vu, un grand nombre de sites urbains ayant accueilli des industries dans le passé sont considérés comme des friches et sont parfois fortement pollués. La reconquête de ce territoire restreint était un enjeu majeur pour réconcilier fonction et paysage urbain. Elle s'attaque à la dégradation des quartiers délaissés qui détruisent l'espace urbain et se réapproprie des lieux qui bénéficient souvent de géographies favorables à des opérations d'aménagement maîtrisées.

La communauté urbaine de Lille met en œuvre une nouvelle politique d'aménagement urbain. La métropole souhaite également s'ouvrir à l'Europe depuis des années. La construction de Lille Europe a été pionnière dans cette démarche en intégrant Lille au réseau TGV européen et en redéfinissant son positionnement à l'international. Elle est ainsi devenue la «Métropole européenne». Cette dynamique se poursuit dans les différents projets appartenant à Euralille 3000, proposant une restauration à grande échelle de friches industrielles, comme le quartier «L'Union» ou les «Rives de la Haute Deûle».

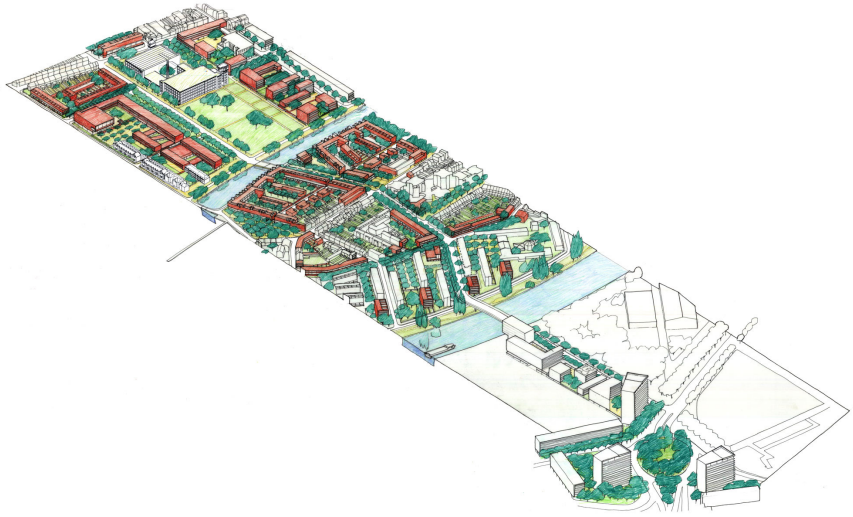


Fig. 21 - Illustration de l'aménagement des rives de la haute Deûle.

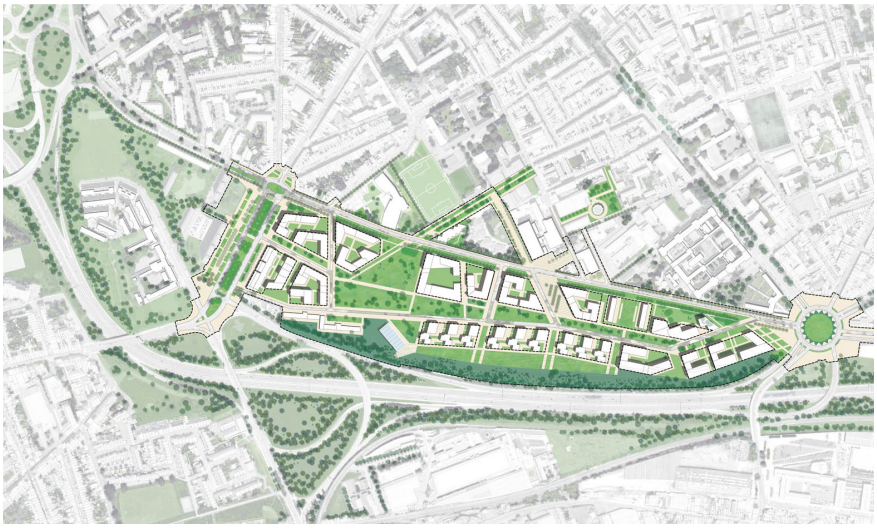


Fig. 22 - Illustration du projet Concorde à Lille.

Depuis 2019, il intègre un nouveau projet européen baptisé « MOLOC » (Low carbon urban morphology). « MOLOC est un projet européen porté par la ville de Lille, en collaboration avec les villes d'Hambourg (Allemagne), Turin (Italie), Suceava (Roumanie), la ville et le Centre Minier de Recherche de Katowice (Pologne) et le réseau européen Energy Cities. Il a pour objectif le développement pour Lille et les partenaires d'un modèle de ville bas-carbone visant à améliorer la qualité de vie et le bien-être de leurs habitants »[15].
Le projet vise à améliorer les nouveaux grands projets de la ville de Lille, tout en soutenant le développement de projets plus importants, touchant l'ensemble de la métropole et plus encore.
Les grands projets soutenus par MOLOC2 comprennent :

- Les « rives des Hautes Deûle » et la gestion des eaux pluviales pour éviter le ruissellement et limiter la propagation des pollutions présentes dans les sols.
- La reconstruction de la Deûle et de ses berges. La ville de Lille souhaite intégrer l'eau au centre de son projet d'urbanisme. Il vise une station de recyclage des eaux, un futur port de plaisance et l'aménagement de jetées, de ponts et de berges pour offrir des lieux de rencontre et de promenade paisibles. Cela contribue à créer un paysage botanique qui fait écho au patrimoine architectural industriel local.
- Projet Fives-Cail
- Projet Concorde

Ces différents projets, convenus sur différents points, sont les nouvelles orientations du développement urbain de la ville de Lille : renforcer la présence de l'eau et le patrimoine industriel du lieu, favoriser les modes de transports doux, porter une attention particulière aux énergies renouvelables et favoriser la mixité des usages.

[15] https://www.lille.fr/Votre-Mairie/Lille-en-bref/Une-ville-durable/Le-projet-europeen-MOLOC

Fig. 23 - Photographie représentant les idées du parc bleu de l'Eurométropole.

1.4.2 Le développement de l'Eurométropole

En plus de ces différents projets vus précédemment, la création de l'Eurométropole permet de voir encore plus loin au niveau territorial et de se connecter jusqu'à la Belgique.

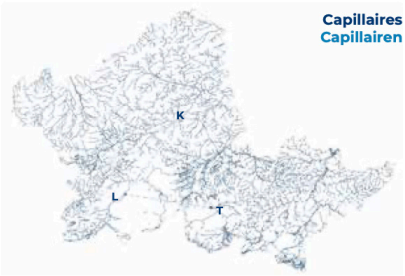
L'origine de l'Eurométropole

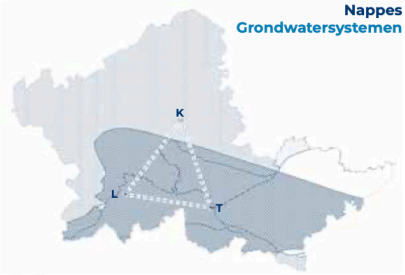
L'Eurométropole Lille-Courtrai-Tournai a été créé il y a dix ans avec pour objectif de supprimer progressivement les frontières entre les pays et de devenir, par des actions concrètes, une métropole influente sur la scène européenne.
Les partenaires de la métropole européenne ont décidé de lancer un projet qui permettra aux Français, Flamands et Wallons de l'Eurométropole de mieux connaître leurs voisins et de devenir le point de départ d'une véritable coopération transfrontalière.
Ainsi est né le «Parc Bleu de l'Eurométropole».

« *Bleu désigne le réseau de rivières, canaux, ruisseaux et fossés qui maillent notre territoire ainsi que les nappes souterraines dans lesquelles nous puisons notre eau. Une eau qui n'a que faire des frontières entre les États, qui coule sans interruption, permet aux personnes et animaux de se déplacer et aux plantes de se déployer sans limite le long de ses berges* »[16].

« *Parc fait référence à un espace vert, un espace de repos, de détente, de fête et de culture. Un espace vert dont la population eurométropolitaine a besoin et qui se déploie déjà dans différents endroits. Un parc quadrillé de sentiers de randonnée, de pistes cyclables et de corridors écologiques où l'on peut aisément profiter de l'eau, des bateaux et des plaisirs de la pèche. Un parc qui rassemble les habitants de ce territoire* »[17].

[16] *Le parc de l'eurométropole*, DEBEARE Karel, édité par Agence de l'Eurométropole Lille – Kortrijk – Tournai, 2018, p. 19
[17] Id. p. 19





Le système hydrologique
Het watersysteem

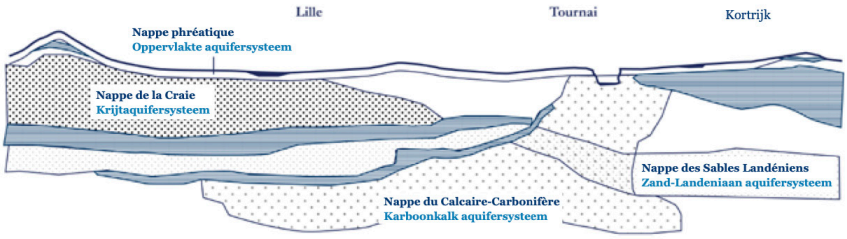


Fig. 24 - Croquis du réseau d'eau eurométropolitain.

Le réseau d'eau eurométropolitain se compose de trois parties définies par l'architecte et urbaniste Paola Vigano[18] :

- Les corridors : l'eau de surface est essentiellement formée par le fleuve Escaut et trois rivières principales (La Lys, la Deûle et le Dendre), toutes canalisées et des canaux artificiels tels que ceux de Bossuit à Kortrijk, le canal de la Lys à Roeselare, le canal de Roubaix et le canal de l'Espierre ;

- Les capillaires : les rivières et ruisseaux qui forment un second réseau de cours d'eau à mailles plus fines ;

- Les nappes : en sous-sol se trouvent plusieurs couches qui forment un réservoir d'eau souterrain appelé aquifère. Les trois principales nappes s'étendent sur des dizaines de kilomètres carré sous la surface de l'Eurométropole. Un trésor invisible mais incroyablement riche.

[18] Architecte et urbaniste italienne, professeur à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Elle a été récompensée par le Grand prix de l'urbanisme 2013 en France

Canal de Roubaix

Canal de l'Espierres

Kanaal Bossuit-Kortrijk

Parc de la Deûle

Avelgem – Mont-de-l'Enclus

Fig. 25 - Illustration du parc bleu.

Les grands principes pour le parc bleu

Le développement du Parc Bleu de l'Eurométrople repose sur un ensemble de principes fondamentaux.

D'abord, assurer la continuité de l'espace. Il s'agit de faire de l'espace autour de nos rivières et canaux, un espace public continu et ouvert. De vastes zones cyclables et de randonnées vous permettent d'explorer des villes et des villages en contact avec la nature. Ce vaste espace ininterrompu rendra reconnaissable le parc de l'Eurométropole et permettra à chacun de se déplacer sur de longues distances.

Ensuite, permettre aux fonctions de coexister. Le parc de l'Eurometropole est un espace qui réunit de manière intéressante différentes fonctions : écologie, économie, loisirs, agriculture, tourisme, culture et paysage. Le parc relie des espaces ouverts, des voies navigables, des parcs naturels et urbains, des musées, d'anciens sites industriels, des cafés et plus encore. Le défi consiste à trouver la bonne combinaison de fonctionnalités qui s'emboîtent.

Enfin, connecter les habitants. Le parc est un véritable lieu de rencontre entre les habitants de l'Eurométropole. C'est un lieu de manifestations, d'événements sportifs et culturels, de festivals et d'espaces de loisirs. Le parc n'est pas seulement un lieu, mais un réseau qui traverse les frontières et révèle des coins méconnus de l'Eurométropole. C'est un travail commun dont le résultat est un vivre-ensemble.

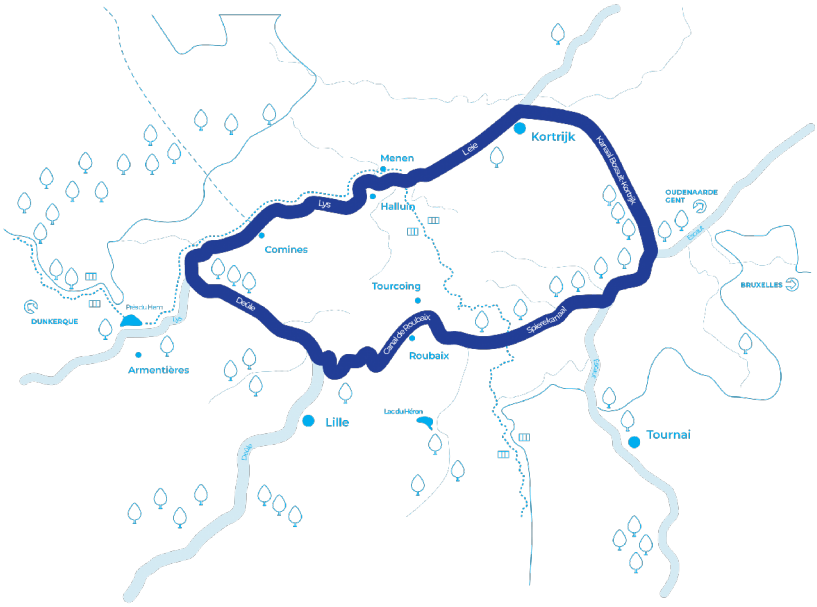


Fig. 26 - Carte du carré bleu.

Fig. 27 - Photographie du balisage le long du carré bleu.

Le carré bleu

Sur la carte de l'Eurométropole Lille-Kortrijk-Tournai, vous pouvez voir non seulement les routes mais aussi les voies navigables. L'eau forme un anneau bleu autour et à travers les zones peuplées. L'anneau se compose du canal Bossuit-Courtrai du côté est et de la rivière Deûle du côté ouest, qui relie l'Escaut et la Lys. Ces deux artères sont reliées au sud par le canal de Roubaix et la Marque, tandis que le nord est relié par la Lys.

Ces voies navigables étaient autrefois le cœur battant du tissu urbain, mais le déclin de l'industrie textile et le développement du transport routier ont entraîné un déclin du transport fluvial. Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, de nombreuses voies navigables ont perdu leur rôle assigné. Les perceptions de l'eau ont également changé : la circulation automobile est l'avenir, tandis que l'eau fait partie du passé. L'eau a été abandonnée et de nouveaux bâtiments ont tourné le dos aux rivières et aux canaux pendant de nombreuses années.
Depuis des décennies, les villes réévaluent l'importance de ces artères bleues. On reconstruit au fil de l'eau, on s'occupe davantage de l'aménagement paysager et la qualité de l'eau s'améliore[19] .

Dans la continuité de développement du parc bleu de l'Eurométropole, le projet du carré bleu voit le jour. Le tracé de 90 kilomètres emprunte les chemins de halage et les sentiers longeant les principales voies navigables de la métropole européenne. Ainsi il met en valeur la biodiversité présente le long de ces cours d'eau. Il met aussi en avant le patrimoine industriel qui ponctue le parcours comme l'ancienne centrale électrique Transfo (Courtrai) qui s'est reconverti en un site multiculturel ou encore comme l'ancienne brasserie Terken (Zone de l'Union) qui semble être comme un paquebot à quai.

[19] https://eurometropolisnews.info/2020/04/02/le-carre-bleu-de-la-vallee-de-lescaut-a-roubaix/

Fig. 28 - Photographie de « chez Rita ».

Fig. 29 - Photographie de la Condition Publique.

1.4.3 Travailler avec l'existant

La restauration de ces friches permet de réaliser des projets innovants tout en faisant revivre le patrimoine industriel et son histoire. Cela permet de profiter de l'immensité de ces lieux et du caractère de leur histoire industrielle pour créer une atmosphère unique qui accueille de nouveaux usages : art, culture, lieux sociaux, bistrots, lieux d'exposition, résidences d'artistes, comme « Chez Rita[20] » à Roubaix ou « La Condition Publique[21] ».

Parallèlement, la restauration et la transformation des friches industrielles, en évitant la destruction et en se débarrassant de l'ancien, s'inscrit dans le concept de renouvellement urbain. Le concept s'inscrit pleinement dans les principes du développement durable, par la restauration plutôt que la démolition, le réinvestissement des lieux abandonnés et la prévention de l'étalement urbain en périphérie. Toutes ces actions améliorent également la vie des communautés et renforcent la cohésion sociale, le tout en affirmant un sentiment d'appartenance à l'histoire et à la culture.

Cependant, pour que ces transformations de friches fonctionnent, comme les projets d'écoquartiers, il est nécessaire d'aborder l'aménagement environnemental et urbain qui se développe autour de celles-ci. Ces industries anciennes sont souvent considérées comme des éléments indépendants du contexte car elles savent que dans un grand nombre de cas, lors de leur construction, il n'y avait rien autour. Il s'agit donc de les réintégrer dans le tissu urbain afin d'inscrire ces nouveaux quartiers dans la continuité du tracé existant et d'en devenir le prolongement.

[20] Lieu ayant pour but la promotion des arts graphiques et plastiques, notamment par la mise à disposition d'ateliers d'artistes à faible coût.
[21] Ancienne friche industrielle reconvertie en établissement public de coopération culturelle.

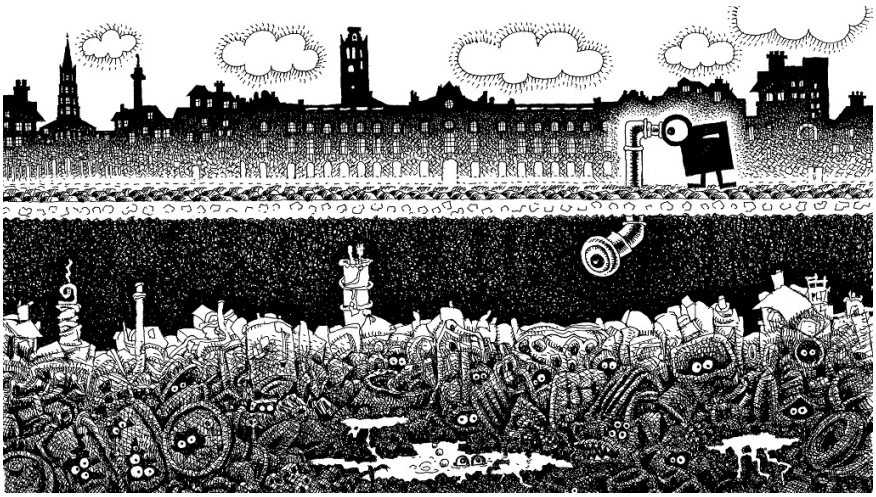


Fig. 30 - Illustration représentant la pollution des friches industrielles.

1.4.4 Le traitement de la pollution : point épineux du renouveau

Malgré l'engouement pour la reconquête de ces zones industrielles, leur reconversion se heurte à divers problèmes qui freinent cette dynamique, principalement la pollution des sols.
En effet, comme montré ci-dessus, la contamination des friches industrielles est un problème récurrent tellement nocif pour la santé et l'environnement qu'un réinvestissement sans décontamination des friches est impensable. Le problème des techniques classiques de décontaminationn comme le principe d'excavation, est leur coût élévé, mais permettent de réinvestir les lieux rapidement et donc d'amortir rapidement les coûts liés à la décontamination, alors qu'elles sont très discutables écologiquement.
Cela contraste avec la phytoremédiation, qui nécessite peu d'investissements mais qui est un processus lent : il faut parfois plusieurs décennies pour décontaminer un site.

L'idée d'enchaîner plusieurs méthodes serait une bonne solution, notamment pour les grandes friches. D'autant plus que la phytoremédiation a ses limites, comme nous le verrons dans la section suivante. C'est pour cela qu'il est important d'avoir une bonne connaissance de la pollution présente dans les sols afin d'adapter au mieux la méthode pour la décontaminer. Mais aussi pour traiter la pollution le plus efficacement possible et directement sur place.
Cela permettra d'économiser sur les frais d'expédition et de traitement tout en participant à l'aménagement paysager.

2

La phytoremédiation, un potentiel paysager pour les friches industrielles

2.1 CONSTAT SUR LA PLACE DES FRICHES INDUSTRIELLES DU POINT DE VUE DU PAYSAGE
2.2 PHYTOREMÉDIATION ET POLLUTION
2.3 VALORISATION DE LA PHYTOREMÉDIATION

Les principales techniques de décontamination utilisées consistent à excaver les sols puis à les traiter hors site. Cette technique apporte beaucoup de contraintes. Cela demande un coût très important et beaucoup d'énergie pour déplacer autant de terre. En termes d'impact environnemental, il faut prendre en compte tous les trajets de transport des terres ainsi que le fonctionnement des engins d'excavation. De plus, cette technique comporte des risques d'accidents pendant le transport. Si les sols contaminés ne sont pas traités mais juste stockés, il existe également un risque de contamination ailleurs. Cela ne fait alors que déplacer le problème à l'extérieur de la ville. Cette pollution pourrait avoir des effets indirects sur les humains ou leur environnement dans le futur.

D'autres techniques de décontamination sont également possibles, comme la phytoremédiation. Cette méthode est encore peu connue et largement sous-estimée, tant au niveau de ses capacités de décontamination qu'au niveau de toutes les opportunités que nous offre cette méthode. Qu'elle soit paysagère, environnementale, économique ou sociale, et même architecturale, la phytoremédiation semble très prometteuse pour l'avenir.

Nous verrons dans cette partie comment utiliser des plantes pour dépolluer des friches tout en constituant un aménagement paysager.

2.1

CONSTAT SUR LA PLACE DES FRICHES INDUSTRIELLES DU POINT DE VUE DU PAYSAGE

2.1.1 Signification et évolution du terme « friche »
2.1.2 Perception générale des friches industrielles : espaces vacants dans le paysage urbain
2.1.3 Les bienfaits sociaux apportés par les friches industrielles
2.1.4 Qu'elle est la place des friches industrielles dans le paysage d'aujourd'hui ?

Fig. 31 - Illustration d'une friche.

Avant même de parler de phytoremédiation, il est important de savoir quelles places ont les friches industrielles du point de vue du paysage. Ces friches font aujourd'hui partie de notre environnement sans même que nous y attachions une attention particulière. Pour autant, elles ont un potentiel bien plus grand que ce qu'elles laissent percevoir. Afin d'en tirer le maximum, il est nécessaire d'effectuer un état des lieux de la perception de ces friches et de définir ce que l'on entend par friche industrielle.

2.1.1 Signification et évolution du terme « friche »

Le terme « friche industrielle » est assez récent et n'est pas caractérisé précisément. Cependant, on peut définir ce terme par une définition assez générale qui englobe les grandes caractéristique de cette notion. La définition la plus simple provient donc de Wikipédia et dit : « *Une friche industrielle est un terrain laissé à l'abandon à la suite de l'arrêt de l'activité industrielle qui s'y exerçait. Elle a souvent un impact négatif sur son environnement (pollution ou liée à la dégradation des installations)* »[22].

Avant même de définir ce qu'est une friche industrielle, il est nécessaire d'appréhender ce qu'est une friche. Le glossaire de Géoconfluences[23] classifie les friches en plusieurs catégories. Les friches sont des terres qui ont perdu leur fonction et leur occupation, qu'elles soient à l'origine ou non : friches urbaines, friches industrielles, friches commerciales et friches agricoles. Ces surfaces sont temporairement abandonnées et peuvent offrir des opportunités pour repenser l'aménagement du territoire dans les zones rurales et urbaines. Cette situation n'est pas irréversible : les friches peuvent être redistribuées à des activités similaires ou redistribuées à d'autres activités (reconstitution d'anciennes usines en quartiers résidentiels, bureaux, terrils en espaces de loisirs, etc.). C'est donc généralement un temps d'attente, un état transitoire entre une utilisation et une autre.

[22] Définition friche industrielle, https://fr.wikipedia.org/wiki/Friche_industrielle, consulté le 10/03/21
[23] Publication à caractère scientifique pour le partage du savoir et la formation en géographie.

Fig. 32 - Illustration d'une friche.

Certaines définitions caractérisent les friches industrielles de manière très négative. Selon l'auteure Ghyslaine Thorion, les friches industrielles, marchandes ou publiques désaffectées, sont les symboles de désindustrialisation (hauts fourneaux, terrils), de mutations économiques (fermeture d'entreprises), de déshérence et portent la trace d'une mémoire passée. Elles riment souvent avec quartiers défigurés, populations désemparées. Laissées en l'état, elles affichent une vacuité que l'on relève à travers des signes visuels (vitres brisées, façades noircies, herbes folles…), auditifs (l'absence de vie se révèle à travers le silence ambiant) voire olfactifs (odeurs).

Cependant, d'après le rapport de l'ADEME[24], les friches proposent potentiel avenir. Ils se basent sur la définition du Journal officiel de la République française[25] qui définit une zone de friche comme un ensemble de terrains laissés à l'abandon, sur lesquels peuvent subsister des installations ou des dépôts liés à des activités passées, et qui sont susceptibles de présenter des risques de pollution. Selon la nature des activités antérieures, le type de zone de friche peut être précisé, et l'on parle alors de friche industrielle, urbaine, ou portuaire. Une friche urbaine est par ailleurs définie comme un terrain laissé à l'abandon ou utilisé à titre transitoire, en milieu urbain, dans l'attente d'une nouvelle occupation .

Selon l'ADEME , une friche est « un espace laissé à l'abandon, temporairement ou définitivement à la suite de l'arrêt d'une activité agricole, portuaire, industrielle, de service, de transformation, de défense militaire, de stockage et de transport »[26].

[24] L'ADEME est l'acronyme de l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie.
[25] Le Journal officiel de la République française est le quotidien officiel de la France, dans lequel sont consignés tous les ordonnances et les lois ainsi que les textes règlementaire, les déclarations officielles et les publication légales.
[26] *Redéveloppement de friches industrielles prenant en considération le développement durable, état de l'art sur les méthodologies de gestion intégrée des friches industrielles de grande entendue, en accord avec les principes du développement durable*, ADEME, décembre 2013, p. 10

Fig. 33 - Illustration d'une friche indutrielle.

Le réseau européen CABERNET (Concerted Action on Brownfield and Economic Regeneration Network) a défini les friches comme des sites qui:

- ont été affectés par les anciennes utilisations du site et celles des terres avoisinantes ;
- sont abandonnés ou sous-utilisés;
- ont des problèmes de contamination réels ou perçus;
- se trouvent principalement dans des zones urbaines;
- nécessitent une intervention pour qu'ils retrouvent un usage bénéfique.[27]

En analysant ces différentes définitions, on peut alors donner une notion relativement précise de ce qu'est une friche industrielle. En général, les friches industrielles sont décrites comme d'anciens sites industriels, des terrains associés à des usines, comme des entrepôts, qui sont maintenant abandonnés ou sous-utilisés.
Plus précisément, les friches industrielles présentent les caractéristiques suivantes : ce sont des sites vacants ou bâtis souvent contaminés (sol ou eau) par des produits chimiques ou d'autres polluants. Ces espaces déstructurés sont l'héritage du déclin de certaines activités industrielles de la ville.
Cependant, ces friches ont un potentiel de transformation important et bénéfique d'un point de vue urbain mais aussi social, écologique et économique.

[27] *Redéveloppement de friches industrielles prenant en considération le développement durable, état de l'art sur les méthodologies de gestion intégrée des friches industrielles de grande entendue, en accord avec les principes du développement durable*, ADEME, décembre 2013, p. 10

Fig. 34 - Photographie d'une friche industrielle laissée sans entretien.

2.1.2 Perception générale des friches industrielles : espaces vacants dans le paysage urbain

La partie minérale est encore très présente dans le paysage anciennement industrialisé (matériaux de construction dans les quartiers populaires, usines désaffectées, etc.). Par conséquent, la végétation est minoritaire dans la plupart des cas. Les friches industrielles sont souvent couvertes de végétation pionnière, ce qui apparaît comme un apport incontournable. Mais l'entretien de ces zones est encore limité, ce qui donne une image plutôt négative. En effet, les populations urbaines privilégient majoritairement les espaces dits « naturels ». Mais cette «nature» ne peut être trop sauvage et nécessite un minimum d'entretien. Autrement, les habitants trouveraient cela désagréable. Selon Christian Calenge, ancien professeur à l'université de Tours (France) : « Pour que le végétal ne soit pas vecteur d'inquiétude, il faut une nature civilisée »[28].

On peut conclure que c'est une des raisons pour lesquelles les friches industrielles sont encore difficilement acceptées par les riverains. L'une des difficultés d'intégration de ces sites dans le paysage est principalement due à leur manque d'entretien. C'est en effet un facteur d'inquiétude pour les riverains vivant à côté des friches industrielles. Conjugués aux pertes d'emplois dues aux départs d'entreprises, à l'existence de structures industrielles anciennes et à la difficulté des politiques locales à réinvestir dans ces territoires, ces problèmes s'additionnent. De ce fait, il y a un risque de sentiment d'abandon qui peut conduire à une déconnexion entre les habitants et leurs territoires. Cependant, selon la perception de chacun, certains peuvent apprécier le paysage des friches industrielles.

[28] Calenge Christian . Idéologie verte et rhétorique paysagère. In: *Communications*, 74, 2003. Bienfaisante nature, sous la direction de Françoise Dubost et Bernadette Lizet.

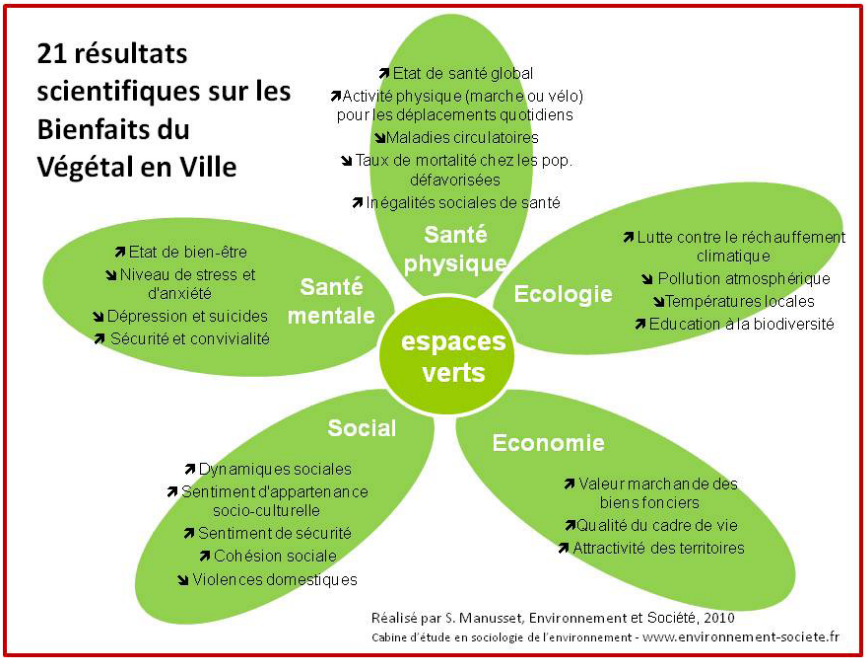


Fig. 35 - Schéma sur les bienfaits des espaces verts en ville.

2.1.3 Les bienfaits sociaux apportés par les friches industrielles

Comme nous l'avons vu, les friches industrielles sont le support d'une végétation pionnière et mal entretenue. Si ce caractère a été le plus souvent interprété comme désagréable, on peut se demander si une comparaison peut être faite entre les friches industrielles et les espaces classés comme « espaces verts ».
Les recherches montrent également que la présence d'espaces verts dans les zones urbaines tendent à améliorer le bien-être de la population locale. En 2010, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a publié un rapport exposant ses conclusions sur les bénéfices des espaces verts pour la population. Le rapport indique qu'entre autres, ces lieux peuvent avoir un impact positif sur l'activité physique, promouvoir la santé sociale et mentale, améliorer la qualité de l'air et réduire la pollution sonore (Organisation mondiale de la santé, 2016). Ainsi, selon ce rapport, les bénéfices sont nombreux car ils affectent non seulement la relation entre les individus mais aussi leur santé mentale, physique, etc.

Ainsi, la présence d'espaces verts apparaît comme faisant partie intégrante du bien-être des citadins, à tel point que certaines études suggèrent qu'il existe même un seuil de surface d'espaces verts par habitant (ACTEVI, 2010). Selon les recommandations de l'OMS, chaque habitant d'une ville doit disposer d'au moins 10 à 15 mètres carrés d'espaces verts, répartis équitablement en fonction de la densité de population. Il est recommandé que ce ratio soit de 15 à 20 mètres carrés d'espace vert disponible (OMS, 2010).

Du point de vue du paysagiste, l'utilisation du mot «vert» n'est pas anodine. La classification de ce type d'espace signifie, dans la plupart des cas, la présence de plantes, quelle que soit leur forme. Mais la première partie de la définition stipule également : «Ces lieux conservent ou développent les ressources naturelles.». Il semble donc important de trouver un équilibre entre une vision humaine (basée sur le plaisir) et la préservation d'une certaine «nature» dans les espaces verts.
En tant que telles, les friches industrielles sont une source potentielle de nombreux services écosystémiques. Les avantages que ces sites peuvent offrir, comme leur image de nature alternative, sont à valoriser.

Fig. 36 - Photographie de la friche industrielle de la Comasec (France) rasée en attente d'un projet de logements.

2.1.4 Qu'elle est la place des friches industrielles dans le paysage d'aujourd'hui?

Les éléments développés dans la première partie nous amènent à conclure que la friche industrielle est un type de paysage relativement nouveau, résultat d'une activité humaine à grande échelle, l'ère industrielle. Même si cette période est révolue en Europe, son impact sur les différentes couches du paysage est toujours bien présent, tant sur le plan visuel, psychologique, social que patrimonial. Dans le cadre de la politique d'aménagement urbain en cours, de nombreux projets sont mis en œuvre pour réutiliser l'espace au sol occupé par les friches industrielles. Cependant, l'impact de l'industrialisation sur le paysage ne changera pas de sitôt. Si dans certains cas une politique de « livre blanc » peut être appliquée en installant de nouvelles structures dans les zones concernées, d'autres font face à des problèmes plus difficiles, comme la contamination des sols.

Néanmoins, ces surfaces délaissées représentent un énorme potentiel dans le développement urbain actuel. Il est donc nécessaire de mener une étude de chaque cas pour comprendre l'état des sols concernés, ainsi que pour comprendre la dynamique urbaine spécifique de chaque zone de traitement. Cela permettra d'avoir un projet de reconversion des friches industrielles plus cohérent, ce qui, dans le contexte global de redéveloppement de l'espace urbain, permet une structure unifiée du bâtiment.
Ces surfaces font souvent partie d'anciens ensembles ouvriers, dont les habitations existent encore aujourd'hui. Une base qui facilite déjà le développement de la vie de quartier à l'échelle locale. La vraie difficulté sera désormais d'en déduire les projets les plus pertinents, car malgré les similitudes entre ces types d'espaces, un plan d'aménagement général n'est pas recommandé.

Dans ce TFE, nous nous intéressons aux friches industrielles pouvant faire l'objet de projets de phytoremédiation. Le domaine répond à certaines des questions qui ont été soulevées, mais surtout aux risques pour la santé publique. Nous verrons par la suite les détails de cette technologie et son potentiel pour la restauration des friches industrielles ainsi que ses limites.

2.2

PHYTOREMÉDIATION ET POLLUTION

2.2.1 Introduction à la phytoremédiation
2.2.2 Pollution des sols et risques pour la santé
2.2.3 Techniques de traitements des polluants
2.2.4 La phytoépuration

Fig. 37 - Photographie illustrant l'idée de la phytoremédiation.

Comme nous l'avons vu dans les parties précédentes de ce mémoire, les friches représentent des surfaces importantes dans les anciennes zones industrielles, mais elles s'accompagnent également de problèmes d'assimilation à long terme, comme les modifications du paysage ou la contamination des sols. Dans cette partie, nous développerons une solution de réaménagement des friches, à savoir la phytoremédiation.

Tout d'abord, il convient de noter qu'il s'agit d'une technologie relativement nouvelle, de sorte que le vocabulaire qui lui est associé n'est pas toujours reconnu par toutes les disciplines concernées. Mais nous pouvons être d'accord avec le fait que la phytoremédiation est encore un terme générique qui inclut certaines sous-technologies telles que la rhizofiltration, la phytostabilisation, la phytodégradation, la rhizodégradation ou encore la phytovolatilisation.
Ceux-ci seront abordés en détail plus loin dans ce mémoire.

2.2.1 Introduction à la phytoremédiation

Le mot phytoremédiation vient du grec «phyton» et du latin «remedium»[29].
Phyton signifiant la plante et remedium rétablissement de l'équilibre.
La phytoremédiation est une méthode d'utilisation des plantes qui sert à purifier le sol, l'eau ou l'air. Certaines plantes ont la capacité de vivre dans des environnements pollués et de stocker, volatiliser ou dégrader les polluants.

[29] https://fr.wikipedia.org/wiki/Phytoremediation, consulté le 28 janvier 2022

Fig. 38 - Illustration de la recherche scientifique sur la phytoremédiation.

Cette technique a toujours été utilisée par l'homme. Dans l'Antiquité, les plantes étaient surtout utilisées pour leurs propriétés médicinales et purifiantes. Les Grecs et les Romains utilisaient déjà les plantes pour lutter contre la pollution.

La phytoremédiation fait partie du domaine scientifique depuis les années 1970. C'est à partir de ces années-là que les chercheurs se sont concentrés sur le sujet. Ils ont exploré divers polluants pouvant être éliminés par l'environnement.
Le système peut être utilisé pour nettoyer les sols toxiques mais aussi pour purifier les plans d'eau. Aujourd'hui, la phytoépuration[30] des plantes permet d'épurer les eaux usées, les eaux pluviales ou encore les cours d'eau.

Malheureusement, après plus de 30 ans de recherche, la phytoremédiation est encore largement ignorée dans son utilisation commerciale. Il y a plusieurs raisons à cela : la phytoremédiation prend beaucoup de temps. Plusieurs années sont nécessaires pour nettoyer complètement une friche industrielle.
Bien que la phytoremédiation soit moins chère et plus respectueuse de l'environnement, les constructeurs peuvent préférer des méthodes plus rapides (comme l'excavation).

On peut supposer que la raison en est aussi le manque de connaissances et de relations entre les différents experts (les architectes et les urbanistes ne sont pas forcément sensibilisés à ces méthodes d'ingénierie végétale). Aujourd'hui, des entreprises pluridisciplinaires se développent et permettent l'association de compétences entre architectes, paysagistes, urbanistes, écologues, ingénieurs... Cet échange intelligent permet le développement de projets paysagers, architecturaux, environnementaux et techniques devenus possibles.
Cette solution pourrait devenir un outil précieux et fréquemment utilisé dans la lutte contre la pollution.

[30] La phytoépuration est le système de phytoremédiation pour dépolluer l'eau grâce aux plantes

Fig. 39 - Concept illustrant la pollution industrielle.

2.2.2 Pollution des sols et risques pour la santé

Les polluants des sols que l'on retrouve le plus fréquemment dans le nord de la France sont principalement les métaux lourds et les hydrocarbures en raison de l'industrie textile, chimique, minière et métallurgique. Une fois contaminé, le sol devient une source potentielle de contamination, se propageant dans l'environnement par le ruissellement, la poussière emportée par le vent ou sous forme d'émanation. Cela représente aussi des risques pour la biodiversité et son développement. Ces éléments peuvent rester sous terre pendant des centaines d'années s'ils ne sont pas traités. Ces polluants sont plus ou moins dangereux pour l'homme et l'environnement et sont classés selon le degré de dangerosité. Cette classification est liée à la nature des espèces polluantes, à leur capacité à altérer ou à perturber le fonctionnement de l'écosystème ou de la biosphère, à la nature des sols et à leurs concentrations.[31]

Les principales voies d'entrée de ces éléments dans le corps humain sont majoritairement liées à l'alimentation, au contact avec la peau ou à l'inhalation de poussières contenant des polluants. Les systèmes biologiques peuvent être fortement affectés par la contamination par des métaux lourds, des hydrocarbures et d'autres substances. Ils agissent sur les cellules, les tissus et leur développement, provoquant des perturbations et des dommages qui peuvent être graves, voire irréversibles, entraînant divers troubles neurologiques, immunitaires et hématologiques potentiellement mortels.

[31] https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/sols, consulté le 20 février 2022

Fig. 40 - Photographie de pollution d'hydrocarbures dans les sols.

Concernant la friche industrielle de la zone de l'Union à Roubaix, Tourcoing, de nombreuses études de sols ont été réalisées[32]. Les analyses montrent la présence de divers contaminants à des concentrations non négligeables comme le benzène qui est classé par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) comme cancérogène avéré pour l'homme. Elles montrent aussi la présence de BTEX (toluene, ethylbenzene, xylenes), substances hautement toxiques et également cancérigènes. Il a été révélé la présence de cyanure qui provoque l'asphyxie de tout organisme vivant aussi qu'un violent déséquilibre des écosystèmes. On y retrouve aussi des HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) qui proviennent principalement de la combustion incomplète du charbon et des produits pétroliers. Ces polluants peuvent provoquer malformation, cancers, immunodépression et des risques cardiovasculaires. Enfin, des traces de métaux et métalloïdes dont l'arsenic sont aussi présents dans les sols. L'exposition à l'arsenic peut provoquer différents troubles, comme une irritation de l'estomac et des intestins, une diminution de la production des globules blancs et rouges, un problème de peau et une irritation des poumons.
Tous ces polluant sont dans nos sols et ont un besoin urgent de traitement.

[32] Études recensées sur le site Basol (base de données qui récolte et conserve la mémoire de plusieurs milliers de « sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif »)

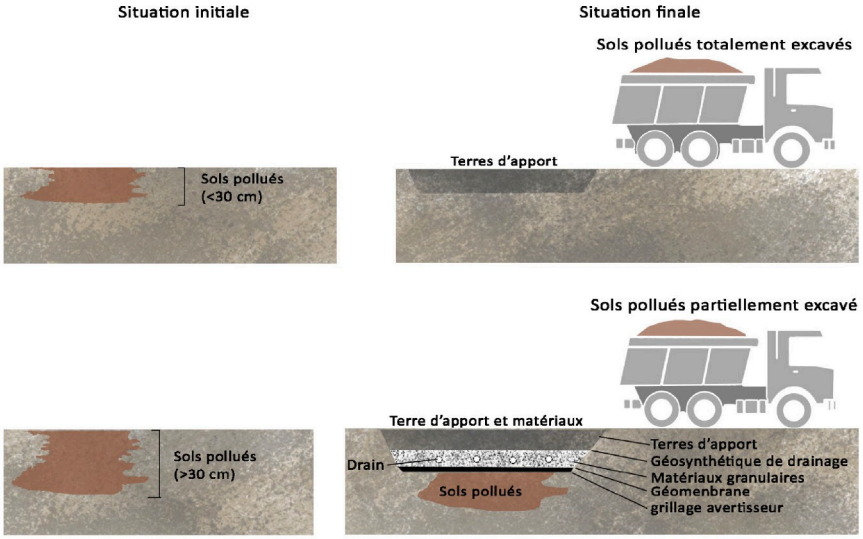


Fig. 41 - Dépollution par remplacement.

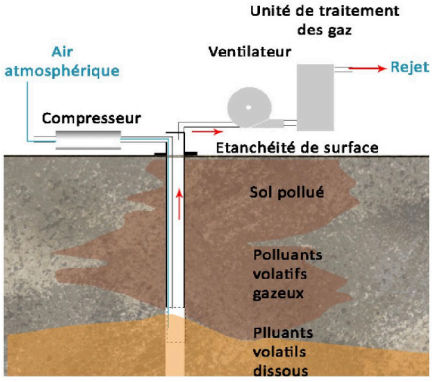


Fig. 42 - Dépollution physico-chimique.

2.2.3 Techniques de traitement des polluants

Techniques de dépollution classiques

Il existe différentes méthodes de dépollution qui peuvent être divisées en trois catégories : hors-site, sur-site et in-situ[33]. Dans la plupart des cas, les méthodes hors-site nécessitent une excavation des terres. La méthode sur-site implique l'installation sur site de procédés de dépollution et d'excavation. Enfin, la méthode in-situ ne nécessite pas de mouvement de terre. Le prix de ces méthodes de dépollution varie entre 120 €/tonne et 800 €/tonne en fonction du type de polluants et de la concentration de celui-ci[34].

Dépollution par remplacement (hors-site).

Historiquement, cette méthode a été l'une des premières à être utilisée. Il s'agit d'enlever toute l'épaisseur du sol contaminé et de le remplacer par un sol propre provenant d'un autre endroit. Cela entraîne des coûts de transport ainsi que des coûts associés à l'élimination ou à l'entreposage des sols contaminés. Le coût est proportionnel au volume de terre déplacé.

Dépollution physico-chimique (in-situ ou sur-site).

La méthode consiste à injecter un liquide ou un gaz dans le sol sous pression. Ils peuvent dissoudre les contaminants, mais cette technique nécessite une connaissance des contaminants pour être efficace. La terre peut ensuite être progressivement retraitée sur place. Cette méthode est très coûteuse car une installation de traitement industriel temporaire est nécessaire. L'installation sera utilisée pour la percolation ou l'injection de gaz, la récupération du lixiviat[35] et son retraitement, et la réinstallation du sol traité (si excavé en premier).

[33] *Hors-site* signifie le déplacement des terres pour un traitement ou stockage sur un autre lieu. *Sur-site* signifie un traitement des terres sur place qui consiste en un traitement et en un aménagement des terres traitées. *In-situ* signifie le traitement sur sol en injectant, par exemple, un liquide directement dans le sol afin de traiter le polluant.
[34] https://www.alcor-controles.fr/tarif-et-cout-depollution-des-sols/, consulté le 10 mai 2022
[35] Lors de leur stockage et sous l'action conjuguée de l'eau de pluie et de la fermentation naturelle, les déchets produisent une fraction liquide appelée « lixiviats ». Riches en matière organique et en éléments traces, ces lixiviats ne peuvent être rejetés directement dans le milieu naturel et doivent être soigneusement collectés et traités. https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/lixiviat.php4

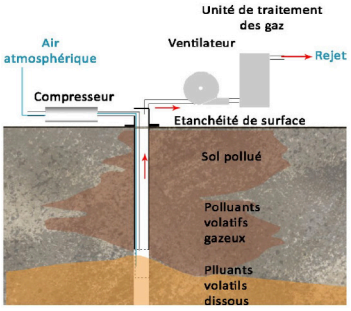


Fig. 43 - Extraction par aspiration.

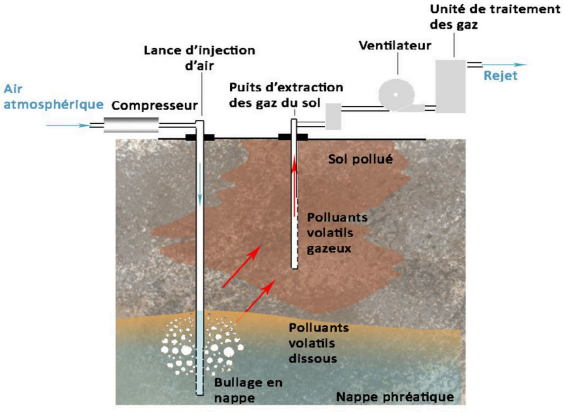


Fig. 44 - Extraction par injection.

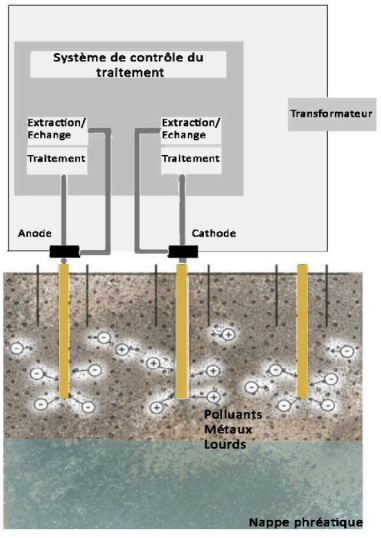


Fig. 45 - Éléctro-extraction.

Extraction par aspiration (in-situ).

Cette méthode convient aux sols sableux avec des polluants semi-volatils et volatils tels que les hydrocarbures. Il s'agit de créer une dépression dans le sol à l'aide d'une pompe à vide. Les vapeurs sont aspirées et traitées par oxydation catalytique, condensation frigorifique ou absorption de charbon actif. La difficulté avec cette approche est qu'elle est spécifique à un sol et à un type de polluant (hydrocarbure), elle peut donc être utilisée dans des situations très spécifiques.

Extraction par injection (in-situ).

Cette méthode consiste à injecter de l'air sous pression, de l'azote ou de la vapeur dans le sol. Convient aux sols respirant, manipulant des solvants volatils. Le puit permet l'injection et la récupération de la vapeur qui sera traitée lors du processus de pompage. L'utilisation de micro-ondes pour chauffer les planchers peut augmenter l'efficacité de cette technique.

Traitement par flottation (hors-site ou sur-site).

La méthode consiste à laver le sol à l'aide de techniques physico-chimiques. Une fois la terre extraite, elle est tamisé. De l'eau et un tensioactif sont ajoutés. Les bulles d'air injectées dans le mélange transportent les contaminants par affinité hydrophobe. Cette méthode convient à un grand nombre de polluants.

Electro-extraction (in situ).

Cette méthode est principalement applicable aux métaux lourds. Le type de sol n'a pas d'importance tant qu'il conduit bien l'électricité, par exemple en raison de la présence d'eau. Des électrodes poreuses sont installées dans le sol pour générer un courant électrique qui permet aux ions de migrer vers les électrodes chargées de manière opposée. Les contaminants peuvent ensuite être récupérés par pompage.

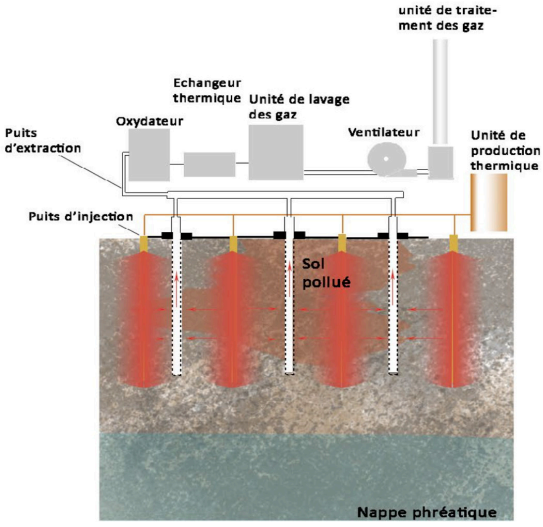


Fig. 46 - Extraction par chauffage.

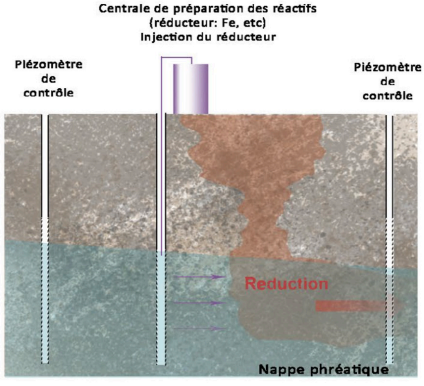


Fig. 47 - Lavage des sols.

Extraction par chauffage (hors-site ou in-situ)

Cette méthode convient au traitement des hydrocarbures car ils peuvent être convertis en dioxyde de carbone. La terre est excavée, concassée et chauffée entre 600 et 800°C. Les vapeurs produites doivent être éliminées car elles peuvent contenir des composés soufrés ou nitreux toxiques. La Terre peut alors être remplacée. (hors-site)

Une variante consiste à injecter de l'oxygène chauffé à près de 1000°C sous terre, ce qui est moins cher car il n'y a ni excavation ni transport, mais le coût énergétique est beaucoup plus important. (sur-site)

Lavage des sols (hors-site ou sur-site)

Différentes variantes existent : le nettoyage peut être réalisé à haute pression, à pression atmosphérique, sur site ou hors site. L'objectif est de séparer les particules les plus fines dans lesquelles les contaminants sont majoritairement concentrés (nettoyage haute pression à l'eau) ou de capter ces contaminants dans des solutions liquides (eau, acide). Dans le premier cas, le sol doit être excavé et les déchets recyclés sont stockés sous forme de galette. Dans le second cas, si le sol est perméable, il peut être traité sans extraction. Par exemple, la plupart des métaux lourds (cuivre, zinc, arsenic, cadmium, plomb) peuvent être extraits à l'aide d'une solution acide, qui doit ensuite être neutralisée (précipitation de certains composés), puis décantée, filtrée et centrifugée pour séparer les éléments restants.

Fig. 48 - Photographie de la dépollution de la zone de l'Union.

Les méthodes standards ont quelques inconvénients : elles sont soit coûteuses, soit très énergivores, soit les deux. Cela représente parfois des risques de contamination ou des risques d'accident lors du transport ou du traitement. Elles exposent aussi fréquemment les travailleurs à des polluants qui mettent leur santé en danger. Surtout, elles offrent rarement des possibilités plus larges que la simple décontamination. De plus, ces procédés génèrent d'autres types de pollutions liées à leur consommation d'énergie. Ils peuvent également être assez destructeurs pour la microfaune et la flore qui se développent dans le sol. Des technologies telles que la chaleur ou la chimie détruisent non seulement les contaminants, mais tendent à tous les éliminer. En revanche, elles sont généralement très efficaces, et chaque méthode est adaptée à des polluants et des sols spécifiques. L'un des seuls avantages de l'utilisation de ces technologies est la rapidité d'exécution, qui permet un réinvestissement rapide dans les zones fortement polluées.

Décontamination de la zone de l'union

En ce qui concerne la zone de l'Union, la dépollution des sols a été réalisée en différentes phases. Elle a débuté en 2008 par un diagnostic précis sur l'ensemble des 80 hectares afin d'adapter au mieux la méthode de dépollution. Celle-ci s'est achevé que cette année (2022) et a dû utiliser plusieurs techniques. Pour une bonne partie de la zone de l'Union, la méthode d'excavation a été choisie, par conséquent, des centaines de tonnes de terre ont été remplacées. La deuxième technique utilisée est la méthode de l'extraction par aspiration des poches d'hydrocarbures. La troisième a été d'utiliser l'extraction par injection afin de volatiliser les polluants et en filtrer les vapeurs des solvants qui s'en dégagent. La dernière et la plus récente des méthodes a pour but d'utiliser le principe d'injection dans les sols d'un mélange de fer et d'eau afin de détériorer les polluants directement dans le sol. Cette technique est l'oxydation chimique.
Malheureusement, aucune source n'a permis de définir le budget de dépollution de l'ensemble de la zone de l'Union.

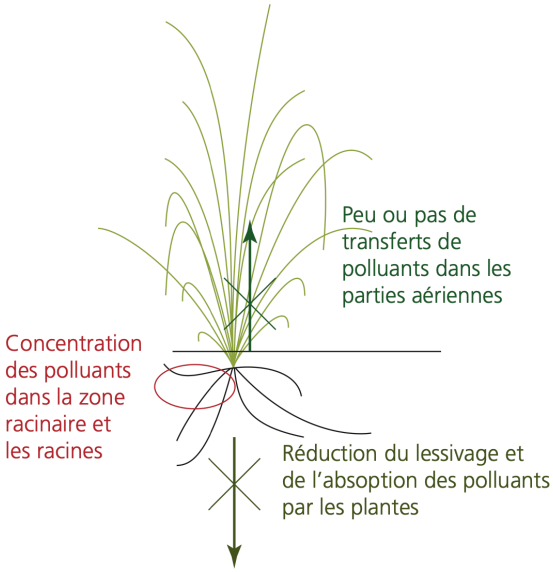


Fig. 49 - Schéma de fonctionnement de la phytostabilisation.

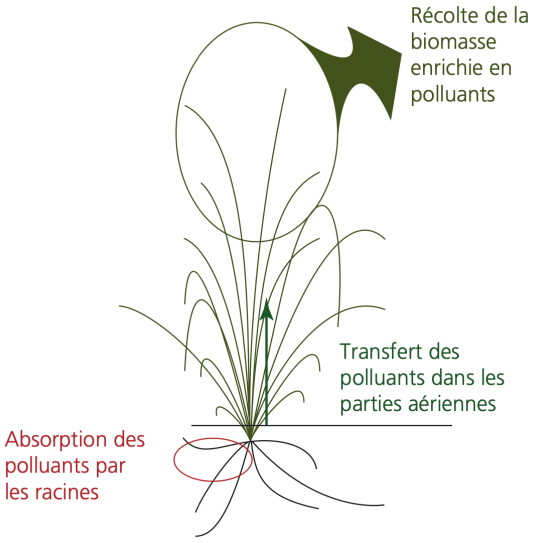


Fig. 50 - Schéma de fonctionnement de la phytoextraction.

Techniques de dépollution par les plantes

« La phytoremédiation est l'ensemble des technologies qui utilisent les plantes comme principal agent de traitement des pollutions. La phytoremédiation sert notamment dans la dépollution des sols, l'épuration des eaux usées ou l'assainissement de l'air intérieur »[36].

« La phytorestauration est la technologie utilisant le métabolisme des plantes pour accumuler, transformer, dégrader, concentrer, stabiliser ou volatiliser des polluants (molécules organiques et inorganiques, métaux et radioéléments) contenus dans des sols ou des eaux contaminées »[37].

Il existe différents types de phytoremédiation, chaque plante utilise un type de phytoremédiation différent et agit également sur des polluants spécifiques. Chacun de ces modes est très spécifique et peut donc traiter différents types de contaminants sur des sols de compositions et de structures différentes. Il existe 5 types de phytoremédiation :

-La phytostabilisation :
Il s'agit d'absorber et de bloquer les contaminants au niveau des racines par l'exsudation de composés chimiques. Cela a pour effet de réduire le fait qu'ils soient emportés par le vent ou emportés par le lessivage de la pluie. Cela limite par exemple la migration des contaminants vers les eaux souterraines et répond aux principaux objectifs de gestion des risques.

-La phytoextraction :
Cette méthode consiste en l'extraction, le transport et l'accumulation de contaminants dans les tiges et les feuilles. On dit que les plantes sont des accumulateurs. Les feuilles ou les plantes entières sont ensuite récoltées selon des techniques agricoles et brûlées en usine. Les contaminants sont concentrés dans les cendres et les filtres, qui sont ensuite éliminés, comme les déchets hautement radioactifs en cas de contamination nucléaire.

[36] https://www.actu-environnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/phytorestauration
[37] *Principes et définitions, Phytoremediation des sols*, T.Sterckeman, S.Ouvrard, P.Leglize, 10 novembre 2011

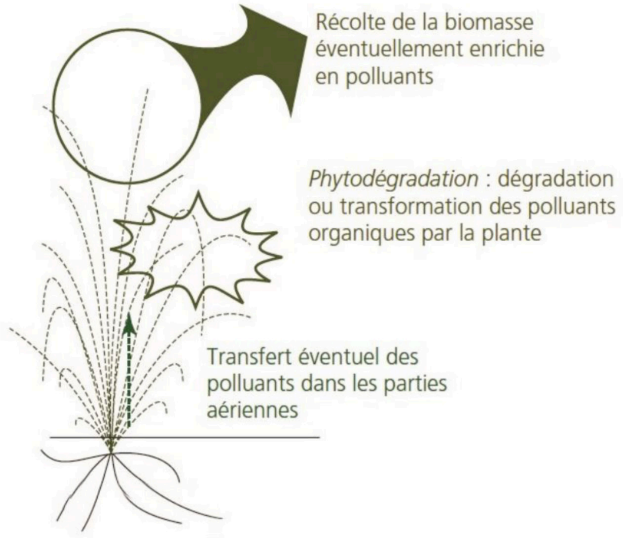


Fig. 51 - Schéma de fonctionnement de la phytodégradation.

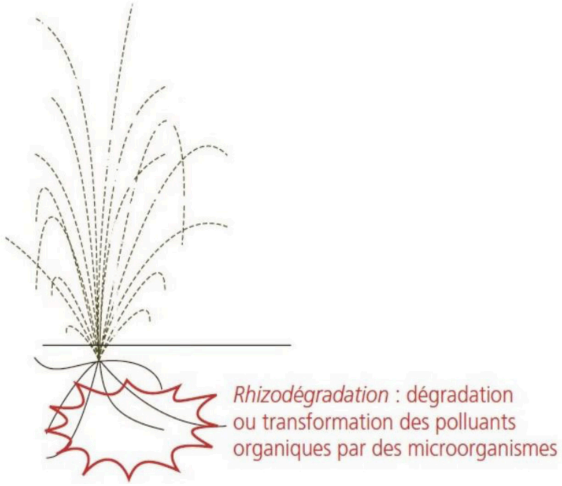


Fig. 52 - Schéma de fonctionnement de la rhizodégradation.

La phytovolatilisation :

Elle utilise les mêmes principes que l'extraction végétale, mais consiste à transformer et dégrader certains polluants en éléments volatils moins toxiques qui sont rejetés dans l'atmosphère par évaporation. (Composés organiques et métaux tels que sélénium, mercure).

Cependant, l'utilisation de cette méthode est controversée, à commencer par l'idée de gérer les risques sanitaires. En effet, le risque d'inhalation des éléments par les riverains doit être pris en compte. Par conséquent, en raison du manque de traçabilité des éléments volatils végétaux, il est préférable de s'assurer qu'il n'y a pas d'habitations autour.

-La phytodégradation :

Il comprend l'absorption et la dégradation des polluants en libérant des enzymes ainsi que par des processus d'oxydation et de réduction. En conséquence, les polluants dégradés sont moins toxiques puis incorporés dans les plantes ou relâchés dans le sol. Il est spécialement utilisé pour les pollutions organiques telles que les hydrocarbures, les pesticides,...

-La rhizodégradation :

Cela désigne la dégradation des polluants, principalement des polluants organiques, sous l'action des racines et des micro-organismes associés. Elle se produit dans le volume du sol sous l'influence des racines, appelée « rhizosphère ». Cette méthode est très similaire à la phytodégradation, mais les plantes n'ont pas la capacité d'assimiler les polluants. Le but est de dégrader les polluants en substances moins toxiques.

Fig. 53 - Plantation pour dépolluer les sols avec un mélange d'herbacées à Quebec.

Il peut parfois être nécessaire d'utiliser différents types de plantes de phytoremédiation. Par exemple, dans le cas de temps de décontamination plus longs, on peut associer des plantes phytostabilisatrices pour interrompre le lessivage, associées à des plantes phytoextractrices pour extraire les contaminants du sol.
Mais ce n'est pas la seule raison d'additionner ces plantes. Chaque espèce est plus ou moins efficace contre un polluant ou un autre, il est donc nécessaire d'utiliser une variété de plantes en fonction des besoins de traitement des métaux ou des hydrocarbures. Selon la profondeur de la zone à traiter. Le système racinaire joue également un rôle important et chaque espèce a ses particularités.

Le dernier point est également important. Dans le cadre d'un projet écologique et durable, le traitement de grandes surfaces avec des espèces végétales les plus diverses favorise la biodiversité et le développement des écosystèmes et évite les monocultures.

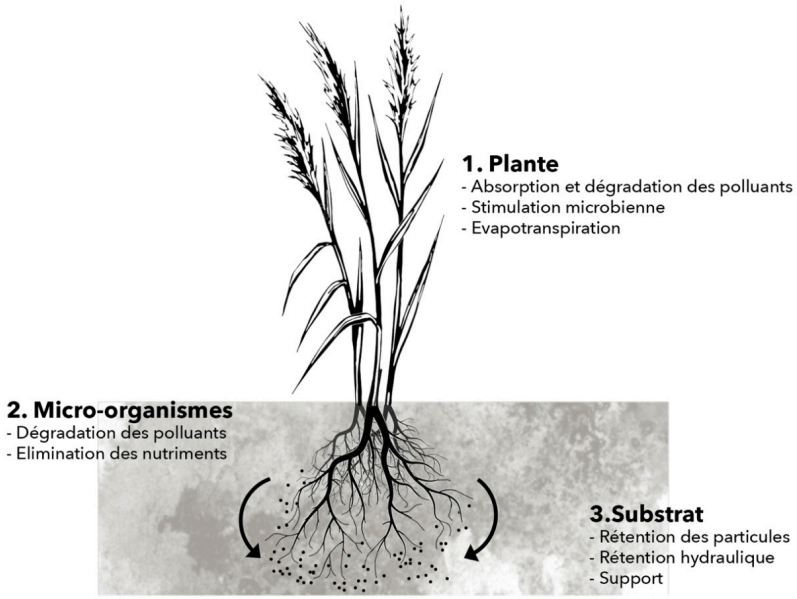


Fig. 54 - Schéma de la symbiose entre plantes et bactéries.

2.2.4 La phytoépuration

En plus de dépolluer les sols, la phytoremediation a la possibilité de traiter également les eaux contaminées. On parle alors de phytoépuration.
La phytoépuration est une méthode par laquelle les plantes purifient l'eau par des macrophytes (plantes aquatiques visibles à l'œil nu) ou des microphytes (microorganismes invisibles à l'œil nu).

Le système macrophyte repose sur 3 composants :
- Les bactéries (elles dégradent les particules organiques afin qu'elles puissent être absorbées par les plantes)
- Le substrat (gravier ou granulats, qui est l'habitat fixe pour les bactéries et plantes. le gravier de plus en plus grossier permet de laisser passer l'eau en bloquant les plus gros éléments)
- Les plantes (elles stimulent l'activité des bactéries et absorbent certains minéraux)

L'épuration des plantes est une symbiose entre les plantes et les bactéries, mais c'est aussi une symbiose bénéfique entre l'homme et la nature. Au lieu de créer des stations d'épuration industrielles, nous pouvons concevoir de nouveaux espaces verts, des paysages vivants et fonctionnels. L'eau peut atteindre la qualité de la baignade. Le système peut alors être relié à d'autres fonctions tels que des piscines ou des jardins agricoles.
Ces systèmes deviennent des espaces verts aux multiples bienfaits pour nos villes et notre faune et flore : oiseaux, amphibiens, insectes...

Il existe différents systèmes d'épuration par les plantes, sous forme de lagunes ou de filtres, généralement avec une série de bassins. L'eau y circule pendant des jours, voire des semaines ou des mois, laissant le temps à l'écosystème d'agir sur sa qualité.
Différents systèmes existent mais nous allons nous concentrer sur les jardins filtrants.

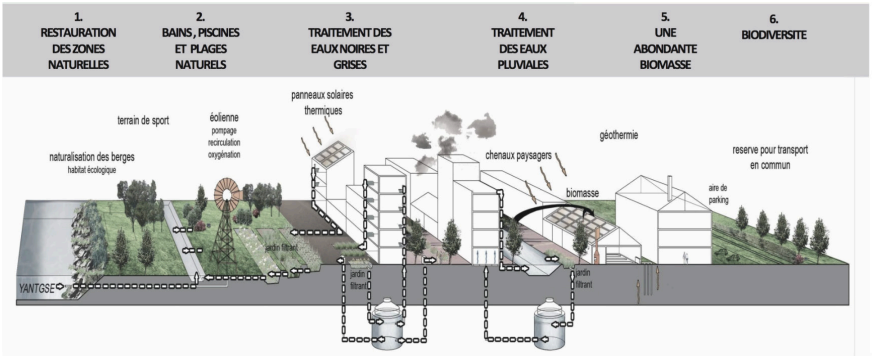


Fig. 55 - Les différentes sortes de jardins filtrants en ville.

Les jardins filtrants

Plusieurs entreprises et bureaux d'études ont développé des systèmes de phytoépuration, notamment Phytorestore qui a déposé sa marque : « jardins filtrants®».
C'est une entreprise pluridisciplinaire qui regroupe des architectes, des paysagistes et des ingénieurs (hydrauliques, écologues, agronomes, etc.). Phytorestore prend en compte autant l'aspect paysager que l'aspect technique. Les architectes et paysagistes travaillent à l'intégration paysagère de ces systèmes techniques : c'est l'innovation de ce système.
Il s'agit justement de l'objectif de ce mémoire. Il vise à valoriser l'intégration des techniques paysagères ainsi que les aspects fonctionnels de ces systèmes.

Un jardin filtre est un lien entre les lagunes, les grands parterres de plantes et d'autres systèmes. Cet outil peut être adapté à de très nombreuses situations. Chaque jardin est unique et possède ses propres caractéristiques car il est conçu après une analyse ciblée de la pollution.

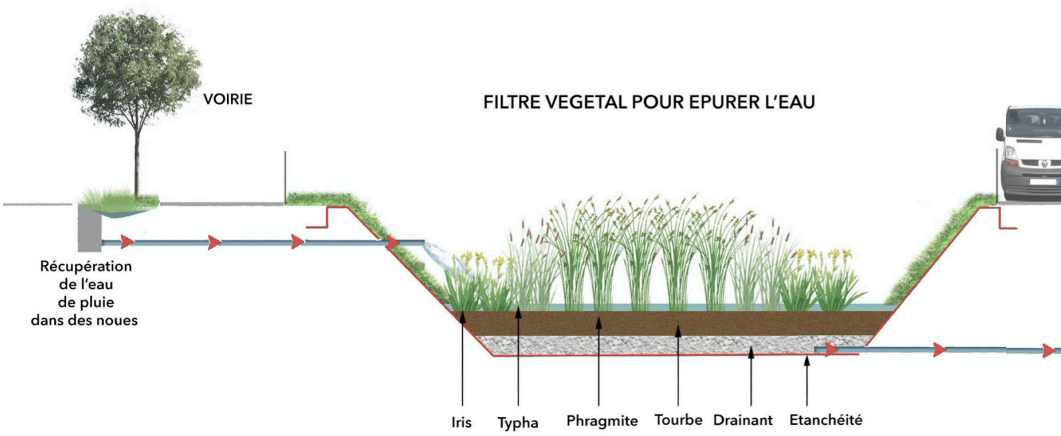
Les jardins filtrants respectent 5 principes[38] :
- Traitement : le jardin dimensionné et les plantes sont choisies en fonction de la pollution.
- Paysager : il est conçu comme un parc, il s'intègre parfaitement dans le paysage.
- Biodiversité: il est conçu pour favoriser la biodiversité.
- Économique: les techniques utilisées sont simples et économiques.
- Gestion: un plan de gestion est réalisé car ces jardins demandent de l'entretien.

[38] https://www.phytorestore.com/fr/les-jardins-filtrants

Les eaux pluviales

L'épuration des plantes convient également à la gestion des eaux pluviales et du ruissellement. L'eau de pluie se charge de polluants en traversant l'atmosphère puis en s'écoulant sur les surfaces urbaines telles que les routes et les toits. L'utilisation des plantes pour purifier permet de réduire la saturation des systèmes d'assainissement et de traiter l'eau de pluie comme une ressource. Cette technologie peut être associée à des installations de récupération des eaux pluviales tels que des fossés de stockage d'eau ou des noues urbaines : ce sont des systèmes de bio-rétention.

La bio-rétention peut réduire les précipitations de ruissellement en intégrant des projets de développement en amont. Il permet ensuite à l'eau de pluie d'être recyclée ou de s'infiltrer dans le sol.



Nos villes utilisent différents systèmes de bio-rétention et s'intègrent dans le paysage. Ils permettent de recycler l'eau, mais aussi de créer des espaces, des limites et des seuils dans nos villes, tout en intégrant la biodiversité (l'habitat de la flore et de la faune).

Nous verrons différents systèmes de bio-rétention :

- les jardins de pluie
- les noues paysagères
- les bassins de rétention ou marécages aménagés
- les toitures végétalisés

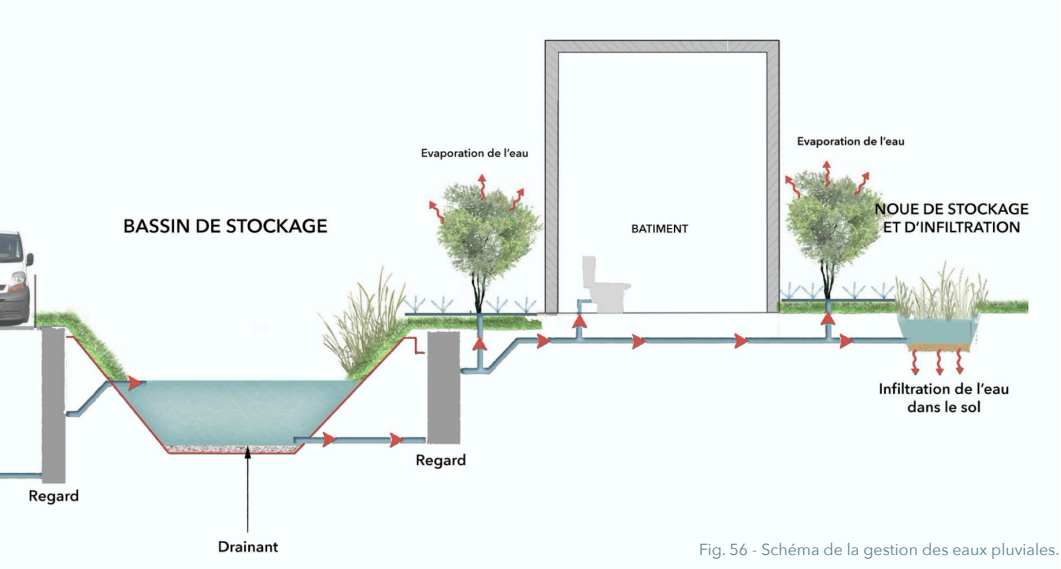


Fig. 56 - Schéma de la gestion des eaux pluviales.

Fig. 57 - Photographie d'un jardin de pluie.

Fig. 58 - Photographie d'une noue paysagère.

Jardin de pluie : il s'agit d'un «jardin miniature», généralement situé dans une ville qui est alimenté par l'eau de pluie. L'eau pénètre généralement par des gouttières ou d'autres collecteurs. Il est souvent utilisé pour purifier l'eau sur place et l'infiltrer dans les eaux souterraines. L'évaporation de l'eau par les plantes contribue également à rafraîchir l'air. Ce système est avantageux car il prend très peu de place, il se développe actuellement dans les éco-quartiers.

Les noues paysagères : c'est une technologie de drainage et de stockage des eaux qui allie les aspects paysagers. Sa fonction dans l'aménagement paysager est à la fois esthétique et technique. Cela permet à la fois de récupérer l'eau de pluie, de la stocker ou encore d'infiltrer les eaux de pluie dans le sol.

Les toitures végétalisées : Il s'agit d'un système de bio-rétention qui réduit le ruissellement des eaux pluviales de 50 % (en utilisant un substrat de 5 cm). La technique consiste à déposer une fine couche de végétation sur le toit sur un substrat. Entre le toit et ce support, un feutre anti-racine et une couche d'étanchéité sont placés. On retrouve aujourd'hui cette technique sur les toitures d'écoles, d'usines, de bureaux ou de surfaces plus restreintes (abris de jardin, garages ou habitations).

Les bassins de rétentions : ce sont des bassins qui stockent et filtrent l'eau de pluie. Ils jouent également un rôle dans l'équilibre biologique de l'environnement.

Fig. 59 - Photographie d'Euratechnologie.

Fig. 60 - Photographie d'Euratechnologie.

Étude de cas 1. Euratechnologie

L'éco-quartier des rives de la Haute Deûle lié au Pôle d'Excellence Euratechnologies, se fonde sur la reconnaissance que l'eau est l'élément fondamental et fédérateur des nouveaux aménagements et exprimant la mémoire du lieu à travers des espaces publics où le patrimoine industrielle continue d'être mis en valeur.

La présence de l'eau est indéniable, tant dans l'histoire de la région que dans sa configuration actuelle, malgré la perte de reconnaissance. Le projet des rives de la Haute Deûle s'appuie sur les traces de cette mémoire afin de s'inscrire dans la continuité de l'identité du lieu, tout en renouvelant cette expression de l'eau comme nouvel aménagement.

Le jardin d'eau, qui fonctionne comme réservoir d'eau et de phytoremédiation, évolue au rythme de la pluie et devient le lieu emblématique de cet ouvrage aquatique. Sa végétation s'améliore chaque année et l'ensemencement naturel de saules contribue à créer un écosystème dynamique.

Le projet intègre le Centre d'Excellence « Euratechnologies » avec des espaces publics attenants, une grande pelouse et jardin d'eau au sud, l'ancienne salle des fêtes et la Place de Bretagne au nord. Interaction et complémentarité se créent entre les bâtiments dédiés aux entreprises de haute technologie et les espaces publics ouverts au plus grand nombre.

L'aménagement des berges de la Haute Deûle offre une opportunité rare de réaffecter les espaces publics du Marais de Lomme et se doit d'offrir une nouvelle qualité de service, sans priver le quartier de son caractère et de son charme.

2.3

VALORISATION DE LA PHYTOREMÉDIATION

2.3.1 Avantages et inconvénients des techniques de phytomanagement
2.3.2 Traitement et valorisation des plantes phytorestauractrices
2.3.3 Un paysage dépolluant

Fig. 61 - Illustration du concept de phytoremédiation.

La phytoremédiation est une méthode innovante de dépollution des sols de plus en plus utilisée dans les milieux complexes, selon la nature des polluants à traiter.
La phytoremédiation offre une véritable alternative aux techniques traditionnelles de dépollution telles que l'excavation, tant sur le plan écologique, paysager qu'économique.
Même si cette technique présente des limites, notamment en termes de durée de traitement et de la revalorisation des résidus contaminés (cendres), elle reste relativement peu coûteuse et assez fiable.

Fig. 62 - Représentation racinaire des plantes utilisant la phytoremédiation.

2.3.1 Avantages et inconvénients des techniques de phytomanagement

Les méthodes de restauration par phytoremédiation présentent de nombreux avantages. Parmi eux, on trouve des avantages techniques, paysager, environnemental mais aussi économiques. En effet, la phytoremédiation est souvent 10 à 100 fois moins chère que les techniques traditionnelles. Autre avantage, il s'adapte à de grandes surfaces contaminées, jusqu'à plusieurs kilomètres carrés, ce qui le rend apte au traitement de friches industrielles souvent très étendues. Les contaminants peuvent également être récupérés après le traitement des plantes décontaminées. De plus, les plantes peuvent être converties en biomasse, et éventuellement recyclées. C'est une technologie visuellement attrayante, surtout lorsqu'elle se présente sous la forme de parcs aménagés avec une mixité de variétés. Éviter les monocultures peut également stimuler la biodiversité.

Cette méthode perturbe peu le milieu pollué et présente souvent un grand avantage après décontamination, par exemple si le lieu est destiné à être un parc ou à recevoir de la végétation. Car cette technologie améliore la qualité du sol, tant au niveau de sa structure que de sa capacité de la gestion de l'eau.

Malgré tous ces avantages, la phytoremédiation peut rencontrer certaines limites. La durée du traitement peut être longue (généralement plusieurs années). La profondeur d'intervention reste faible. Cela dépend de la profondeur d'enracinement de la plante : 0,50 m à 1 m pour les herbacés et 2 à 4 m pour les arbres et arbustes. De plus, selon les conditions climatiques, les fluctuations saisonnières peuvent affecter directement ou indirectement la durée de vie des plantes, bien qu'elles soient souvent très résistantes.

Fig. 63 - Photographie montrant la nature reprenant ses droits dans la ville de Pripyat.

Fig. 64 - La nature plus résiliente que l'homme.

Étude de cas 2. Tchernobyl (Ukraine)

Dans notre cas, Tchernobyl est un bon exemple d'applications de phytoremédiation, un environnement dans lequel les humains ne peuvent pas survivre en raison de la contamination par des éléments radioactifs. La zone d'exclusion est une zone inhabitée de 2 600 kilomètres carrés.

La catastrophe nucléaire de Tchernobyl a été la plus grande crise civile du XXe siècle. Cela s'est produit le 26 avril 1986 à Pripyat, en Ukraine, et a affecté le monde. L'un des réacteurs a explosé après la fusion de l'un des cœurs. L'explosion a libéré une grande quantité d'éléments radioactifs, provoquant une grave pollution du milieu environnant. Dans les jours et les années qui ont suivi, il y a eu de nombreux décès liés aux radiations.
De très fortes concentrations d'éléments radioactifs et toxiques se répandent autour de la centrale, contaminant le sol. Après plusieurs investigations, une zone interdite d'un rayon de 30 kilomètres a été tracée autour de la centrale nucléaire.

Le chanvre cultivé près de la centrale nucléaire abandonnée de Tchernobyl a contribué à réduire la toxicité des sols pendant près de trois décennies. On découvre peu à peu l'extraordinaire pouvoir des plantes.
Il a été démontré que certaines plantes candidates extraient du sol du césium 137, du strontium 90 et de l'uranium 235, qui comptent parmi les principaux contaminants radioactifs de la centrale nucléaire de Tchernobyl. Parmi ces plantes, le tournesol et le chanvre ont la meilleure capacité de bioaccumulation de contaminants radioactifs, ce qui leur permet de nettoyer les terres contaminées près de la centrale nucléaire de Tchernobyl. Le miscanthus a également été étudié et de bons résultats ont été obtenus .

Si l'objectif est de développer un parc de décontamination, cette étude de cas ne prend pas vraiment en charge l'aspect paysager. Mais cela prouve que cette méthode fonctionne pour des surfaces immenses, mais aussi pour des zones très hostiles, sans avoir à développer de grands moyens.

[39] *De Tchernobyl en passant par les Pouilles : l'action du chanvre dans la régénération des sols,* Humboldt Seed Organization, mai 2017

Fig. 65 - Miscanthus broyés pour servir de combustible.

2.3.2 Traitements et valorisation des plantes phytorestauratrices

En plus d'avoir la possibilité de transformer les plantes utilisées en matériaux biosourcés, la phytoremédiation permet également de générer de la biomasse pouvant servir à la création de chaleur.
Les procédés actuels de phytoremédiation consistent à brûler des plantes pour les purifier à 500°C, afin de garder la plupart des polluants sous forme solide. Les gaz de combustion sont filtrés pour empêcher les polluants de pénétrer dans l'atmosphère et le reste finit comme déchet sous forme de cendres, principalement dans les décharges.

Ceci est encore expérimental. Mais des recherches sont en cours pour essayer de récupérer les polluants, tels que les métaux lourds, afin qu'ils puissent être recyclés et réutilisés. C'est aussi l'une des raisons pour lesquelles la phytoremédiation est rarement utilisée. C'est un processus assez long avec peu ou pas d'avantages pour les investisseurs car les plantes sont détruites. C'est pourquoi il semble intéressant d'évaluer le fait que la biomasse soit revendue à long terme, pour un retour sur investissement. En milieu urbain, où la valeur foncière est si importante, la valeur ajoutée des plantes peut ne pas rentabiliser la perte de gain par rapport à une transformation plus rapide, mais elle peut la réduire.

À titre d'exemple en terme de performance de chauffage, prenons l'exemple du miscanthus. C'est un rhizome à très haut rendement et le plus utilisé actuellement en terme de combustible. Il produit de 15 à 20 tonnes de matières par hectares (après 3 ans de pousse). Il possède un pouvoir calorifique intérieur de 4,2 kWh par kilo. Cela revient à pouvoir, pour 1 hectare de miscanthus, produire la puissance de chauffe necessaire pour 4 maisons de 150 m^2 durant une année complète.

Fig. 66 - Utilisationde la phytoremédiation dans les bassins d'Eurathnologie.

2.3.3 Un paysage dépolluant

L'utilisation de plantes pour décontaminer présente de nombreux avantages écologiques et économiques évidents. Mais d'un point de vue plus urbain et architectural, ce procédé de phytoremédiation présente également des avantages majeurs, tant en termes de promotion d'un environnement durable qu'en termes de développement humain harmonieux.

En effet, depuis quelques années, se développent des approches systématiques de restaurations environnementales par la phytoremédiation, associant processus d'aménagement (temporel et spatial) et design urbain. La question de la gestion du temps est toujours importante, car le processus peut prendre des décennies. Mais lorsqu'elle est perçue comme un avantage à créer de nouveaux environnements urbains écologiques et sociaux, cette approche semble la mieux adaptée à la restauration de sites dans les centres urbains.

C'est avant tout une opportunité de créer de nouveaux paysages urbains, écologiques, fonctionnels, actifs et évolutifs. Étant donné que de nombreuses friches se situent le long des canaux, et que la politique de la métropole lilloise est de reconquérir et de construire de nouvelles promenades paisibles le long du canal, il semble logique d'employer des techniques de dépollution pouvant participer à la création de ce paysage. Une longue promenade verte pourrait reconnecter les différentes villes de la métropole le long des canaux (Deûle, Marque, Canal de Roubaix…). Elle serait interrompue par de grands parcs qui se développeraient de manière contrôlée et coordonnée au fil des années. Créant ainsi une véritable stratégie paysagère d'assainissement à l'échelle d'une métropole.

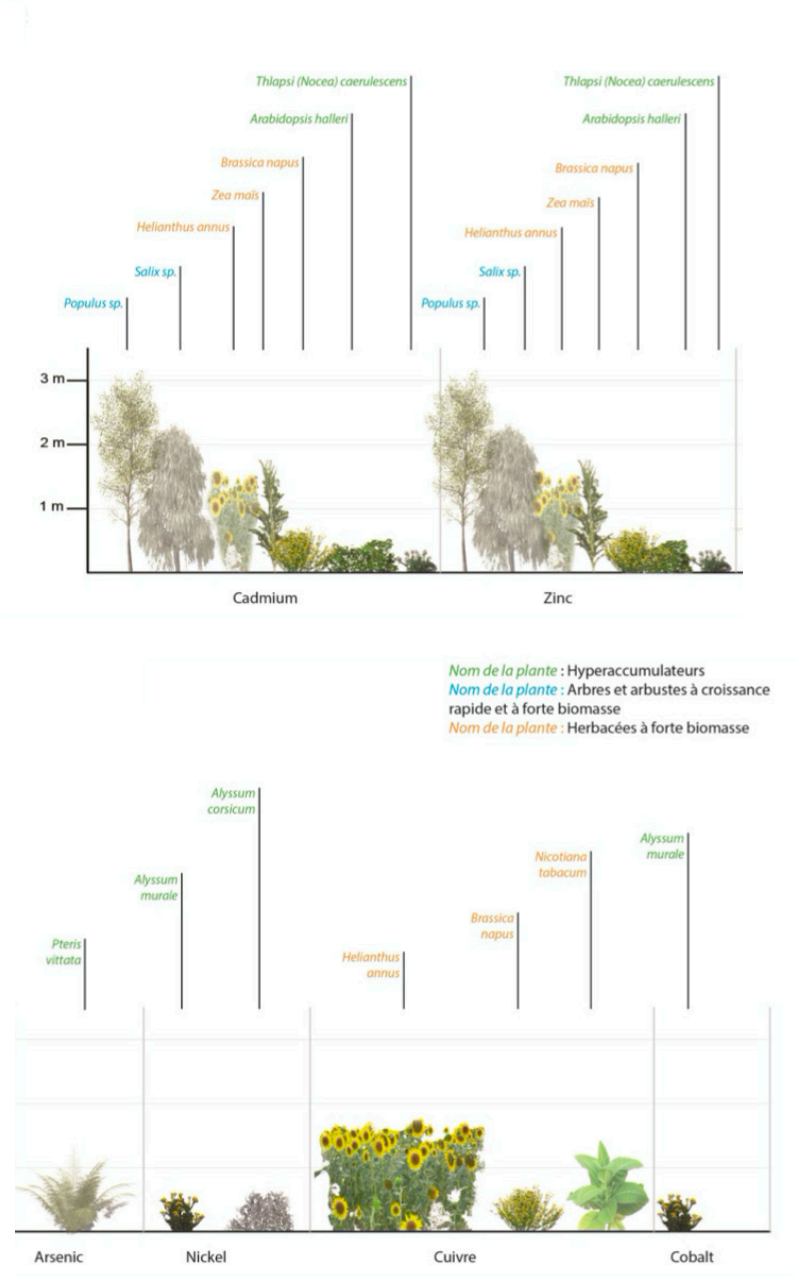


Fig. 67 - Détails en coupe des plantes utilisées pour la phytoremédiation.

Partant du constat que la présence de plantes a un effet positif sur le cadre de vie d'un individu, la décontamination par phytoremédiation apparaît comme une évidence. Il faut rappeler que cette nature doit être gérée pour éviter les images dérangeantes de ces zones. Dans le cadre de la phytoremédiation, les végétaux cultivés sur les friches industrielles doivent être préalablement sélectionnés et cultivés de manière organisée et entretenue. Ils doivent suivre un plan de gestion pour ne pas laisser une image négligée aux touristes et riverains.

Comme mentionné ci-dessus, les espèces végétales seront recommandées en fonction de la présence de contaminants. On peut donc rapidement imaginer que le paysage dépendra de la pollution. Dans un endroit comme la friche Terken où beaucoup de polluants sont présents, on peut cultiver une grande variété d'espèces, produire différentes couches de plantes et ainsi rendre le paysage très riche.

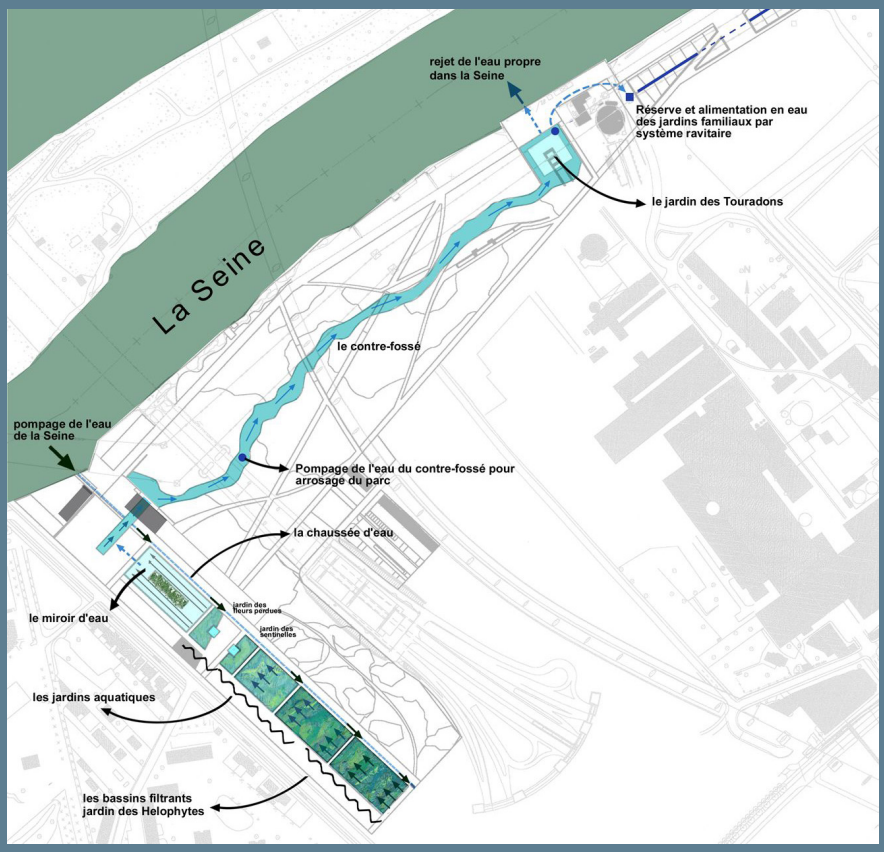


Fig. 68 - Plan du parc du chemin de l'île.

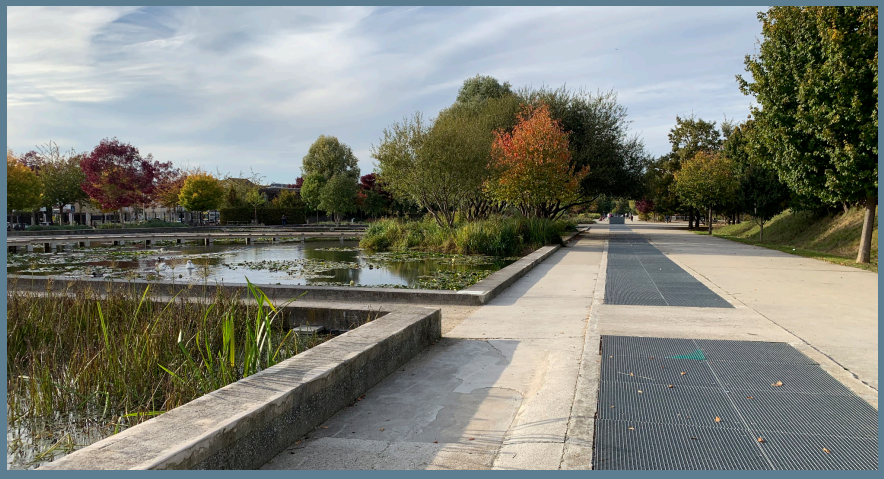


Fig. 69 - Photographie des jardins filtrants.

Étude de cas 3. Parc du chemin de l'Île, Nanterre

Le Parc du Chemin de l'île est situé dans la banlieue de Paris sur les rives de la Seine à Nanterre. Il a été conçu par Mutabilis et l'agence Phytorestore.
Le parc assure le traitement sur 15 hectares d'une partie des eaux de la seine.
L'objectif du projet est de restaurer l'espace naturel tout en filtrant l'eau de la Seine pour en rejeter une eau saine et réduire sa pollution.
Elle recycle l'eau dans des jardins familiaux et en rejette une partie dans la Seine, lui fournissant une eau propre. Ces espaces développent une riche biodiversité. Dès lors, d'autres créatures occupent cet espace : oiseaux, poissons, insectes...
Cette biodiversité se situe dans une zone urbanisée de Nanterre. La ville est située près de la capitale et est connue pour ses grands immeubles. Le parc s'intègre à la ville, il complète les bâtiments existants sur place et offre une vision moderne.
Il offre également différentes fonctions et espaces pour créer du lien social : aires de jeux, belvédères, cabanes, potagers.

L'eau de la Seine est pompée vers les bassins les plus hauts puis s'écoule naturellement d'un bassin à l'autre. Au cours du trajet, elle est progressivement purifiée par les plantes. Une partie de l'eau propre est renvoyée à la Seine. Une autre partie est transmise aux jardins familiaux. Le cycle de l'eau est ensuite utilisé pour irriguer les jardins de la ville.

Tout est conçu de manière écologique avec le choix des matériaux de construction. Ces plantes ont été choisies pour leur efficacité phyto-épuratrice. Le premier bassin est constitué de quenouilles, de joncs, de roseaux, et le dernier bassin de plantes sentinelles comme les nénuphars ou la linaigrette aquatique en voie de disparition. Les anciennes berges en béton ont été remplacées par des aménagements écologiques (enrochements naturels et plantes aquatiques), qui ont permis la restauration des berges de Seine.

3

Zone de l'Union, entre paysage et patrimoine

3.1 LA BRASSERIE TERKEN AU COEUR DE L'AMÉNAGEMENT DE L'UNION
3.2 UNE DÉMARCHE RÉGÉNÉRATIVE ET DURABLE
3.3 UN PATRIMOINE MIS EN VALEUR

Dans cette partie, nous développerons une hypothèse de projet qui intègre les différents éléments évoqués précédemment tout en s'appuyant sur l'analyse menée. Par conséquent, nous nous concentrerons sur la métropole de Lille, car elle était autrefois un haut plateau industriel. Elle est actuellement l'une des régions possédant le plus de friches industrielles de France. Le traitement et la transformation de ces grands espaces en centre-ville est aujourd'hui un véritable enjeu environnemental pour la métropole. Les stratégies de réhabilitation mises en œuvre soulèvent encore un certain nombre de problèmes liés à la gestion des friches et de leurs sols contaminés.
Nous nous concentrerons sur

l'ancien site de la brasserie Terken et nous y développerons des interventions paysagères et architecturales détaillées. L'objectif étant d'appliquer les différents systèmes de décontamination et de restauration évoqués plus haut dans ce TFE.
Les plans mis en œuvre couvriront plusieurs dimensions. La première est temporelle, c'est-à-dire que le projet évolue dans le temps, en fonction du niveau de pollution.

La seconde est spatiale, car le projet s'étend sur plusieurs échelles. D'abord la métropole à travers le développement et la continuité de l'Eurométropole. Ensuite à l'échelle de la zone de l'Union avec une stratégie d'assainissement liée au paysage. Puis, à travers la phytoremédiation et les enjeux urbains et paysagers de Roubaix, les parcs et leur intégration dans la ville.
La troisième et dernière est l'architecture avec la mise en valeur du patrimoine bâti de la brasserie grâce à l'ensemble des aménagements effectués.

3.1

LA BRASSERIE TERKEN AU COEUR DE L'AMÉNAGEMENT DE L'UNION

3.1.1 Zone de l'Union : des enjeux territoriaux
3.1.2 Aménagement et pollution de la zone
3.1.3 Les enjeux du projet

Fig. 70 - Image de rendu des futurs aménagement de la ozne de l'Union.

Depuis 2007, l'écoquartier de l'Union s'est construit sur 80 hectares de friches industrielles et de maisons anciennes, situées au carrefour de Roubaix, Tourcoing et Wattrelos.

Aménager ce site et y construire des logements, des équipements publics et des bureaux représente une belle opportunité pour régénérer la ville et ainsi contrer l'étalement urbain. Mais, ici plus qu'ailleurs, imaginer l'avenir, c'est regarder en arrière. L'histoire de l'Union laisse des souvenirs... D'abord, les grandes cheminées d'usine qui trônent encore fièrement sur le site font partie du patrimoine territorial. Il y a également une mémoire plus discrète et encombrante. En effet, durant la seconde moitié du XIXe siècle et les années 1970, l'activité industrielle pollue les sols.

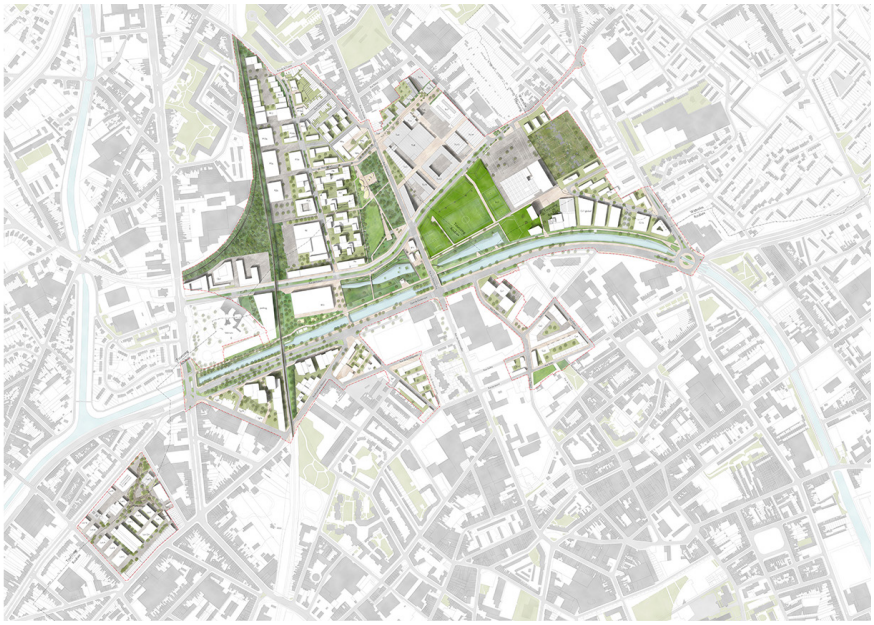


Fig. 71 - Plan d'aménagement de la zone de l'Union.

3.1.1 Zone de l'Union : des enjeux territoriaux

Compte tenu de la superficie de la zone de l'Union, le projet présente une grande diversité dans son fonctionnement, ses ambitions et sa répartition dans le temps. Ainsi, la zone est divisée en 11 départements afin de proposer des projets spécifiques de restauration ou d'aménagement pour chaque espace, en fonction de caractéristiques architecturales, géographiques et historiques.

Les principaux contenus du projet de zone commune sont les suivants :
- La dépollution des sols, coûteuse compte tenu de la situation du site, mais considérée par tous (habitants, anciens salariés, futurs habitants) comme une étape obligatoire pour assurer durablement la qualité de vie du quartier.
- Le développement d'un pôle économique s'appuyant sur deux pôles d'excellence, le Centre Européen des Textiles Innovants et l'Image Plaine (image, culture et médias), positionné pour permettre l'implantation locale et la continuité avec les filières d'autrefois, de la région.
- Le croisement de l'habitat et de l'activité. Dans la tradition du Peignage de la Tossée, la résidence des habitants et l'activité industrielle sont côte à côte. De ce fait, de nombreux secteurs du Quartier de l'Union sont concernés par la mixité des fonctions : lieux de vie, activités, espaces paysagers, logements et événements.
- Un équilibre entre restauration et construction neuve qui préserve le caractère industriel du site et évite la démolition d'un trop grand nombre de bâtiments existants, tout en développant des projets innovants.
- Enfin, la reconquête du site lui-même par la création d'espaces publics. Des rues ont été identifiées comme espaces de vie afin de relier les différents secteurs entre eux et avec les quartiers situés autour du quartier de l'Union.

Fig. 72 - Plan de zonage du plan de dépollution de l'Union.

3.1.2 Aménagement et pollution de la zone

La zone de l'Union était, autrefois, une très grande friche. Ses anciennes activités industrielles lourdes ont laissé une forte empreinte sur le paysage et le sol. Cet enjeu est l'un des aspects qui conditionne les ambitions en matière de gestion des sols, de développement de la biodiversité ou encore de gestion des eaux pluviales.
Malgré ces contraintes initiales, le projet a de grandes ambitions en termes de qualité environnementale : un projet générateur et diffusant de la biodiversité (coefficient de surface de végétation, sélection des espèces, gestion différenciée, création de jardins écologiques partagés), des zones de récupération et de réutilisation des eaux pluviales (rétention en surface /réseaux d'infiltration liés à l'aménagement paysager du site, réutilisation des eaux des toitures non végétalisées pour l'assainissement).

Bien que la zone de l'Union a prévu une grande stratégie de dépollution, certaines limites se posent. En effet, la dépollution n'est pas présente sur l'entièreté de la zone. Cette stratégie s'est organisée en différentes parcelles, correspondant à différents types de pollutions. Au vu du nombre de zones de dépollution, on peut se poser la question suivante : qu'en est-il du lessivage des sols ? De plus, après une visite sur site avec Adrien Froger, responsable d'Opération Pôle Union de la SEMVR[40], il semblerait que la pollution reste un point épineux même après les phases de dépollution. En effet, les nappes phréatiques sont entièrement polluées. En cas de remontée des nappes, la pollution parvient alors à refaire surface.
Aussi, les terres polluées se situant au niveau des constructions de logements, ont simplement été enfouies sous de la terre végétale pour l'aménagement du parc.

[40] SEMVR : SEM Ville Renouvelée est une société d'aménagement et qui s'est chargée de la zone de l'Union.

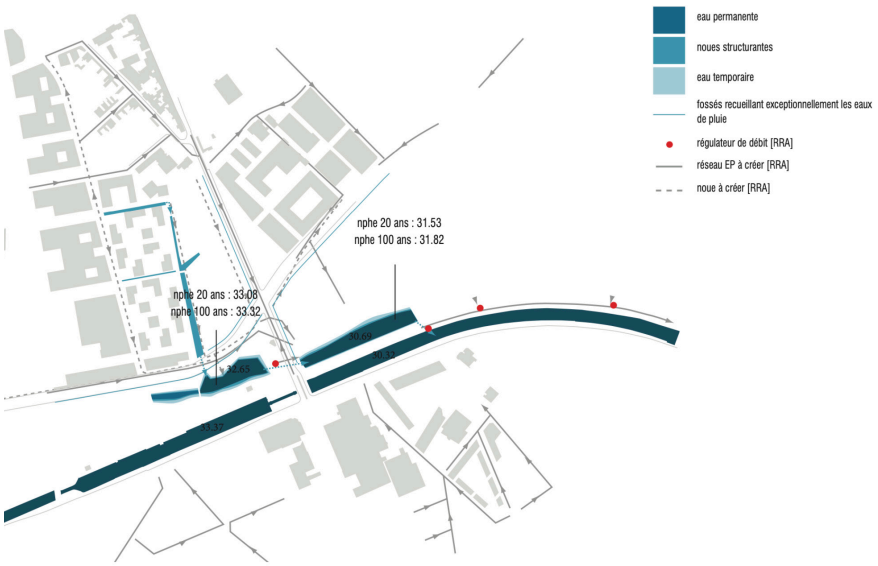


Fig. 73 - Plan de zonage du plan de dépollution de l'Union.

Gestion de l'eau

Lors de l'aménagement, le canal de Roubaix avait un affaiblissement de son niveau d'eau. Par conséquent, les aménageurs ont eu comme directive de rediriger les eaux pluviales de la zone de l'Union vers le canal. Des noues paysagères ont alors été réalisé afin de recueillir les eaux de pluie et les amener vers deux bassins de rétention. Ceux-ci fonctionnent avec un système de « trop plein » qui déverse l'eau dans le canal à partir d'un certain niveau.

Ces deux bassins ont une profondeur d'environ soixante centimètres et sont étanchéifiés du sol par une membrane étanche qui permet, justement, d'éviter les remontées d'eaux polluées provenant des nappes phréatiques. Cependant lors du ruissellement des eaux pluviales dans les noues paysagères, celles-ci peuvent se concentrer en polluants qui pourraient être encore présents dans les sols. L'eau arrive alors potentiellement polluée dans ces bassins et est rejetée par la suite dans le canal de Roubaix.

Fig. 74 - Image de rendu de l'aménagement de l'Union.

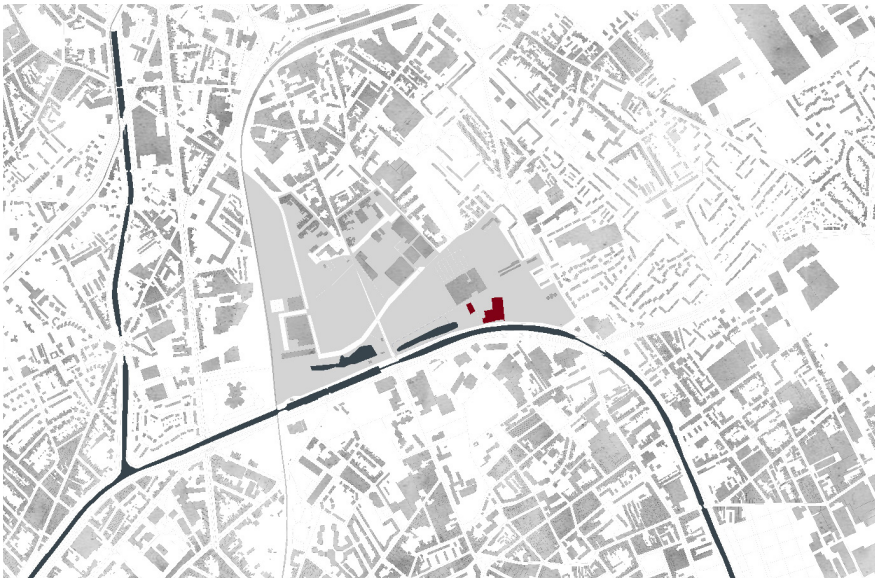


Fig. 75 - Plan de la zone de l'Union

3.1.3 Les enjeux du projet

Le projet vise à présenter la friche, de l'ancienne brasserie Terken, comme un exemple de transformation urbaine, responsable et durable. Ce projet est un parc de décontamination par phytoremédiation qui fonctionne de la même manière qu'un paysage. Le parc s'intègre à la ville tout en s'inspirant de la nature pour lutter contre la pollution des sols et de l'eau. Le bâtiment sera, quant à lui, divisé en deux fonctions. La première constituera un centre de recherche scientifique sur la phytoremédiation et tous les traitements qui en découlent. La deuxième sera une partie culturelle servant de lieu de mémoire de l'industrie ainsi que de lieu de découverte et d'apprentissage sur les techniques de phytoremédiation.

Le développement du projet répond à différents enjeux :

Enjeux paysager :
-Continuer la logique de reconversion des sites industriels le bords des canaux de la métropole lilloise
-Insérer le projet dans le développement du parc bleu de l'Eurométropole
-Créer une continuité dans la logique d'aménagement de la zone de l'Union
-Concevoir un lieu urbain végétalisé et source de vie urbaine

Enjeux de dépollution :
-Régénérer les sols grâce à la phytoremédiation
-Récupérer la biomasse afin de la fournir à la centrale à chaleur de Roubaix
-Récupérer et épurer l'eau de pluie d'une partie de la zone de l'Union
-Créer une zone de recherche scientifique in situ

Enjeux architecturaux :
-Reconquérir le dernier site industriel non aménagé de l'Union
-Mettre en valeur le patrimoine industriel et plus particulièrement la brasserie Terken
-Allier aménagement paysager, traitement de la pollution et aménagement architectural

3.2

UNE DÉMARCHES RÉGÉNÉRATIVE ET DURABLE

3.2.1 Une transition en trois temps
3.2.2 Une reconnexion avec le vivant
3.2.3 La gestion des eaux
3.2.4 Les essences végétales
3.2.5 Réhabilitation de l'ancienne brasserie Terken

Fig. 76 - Phase 1 (2025)

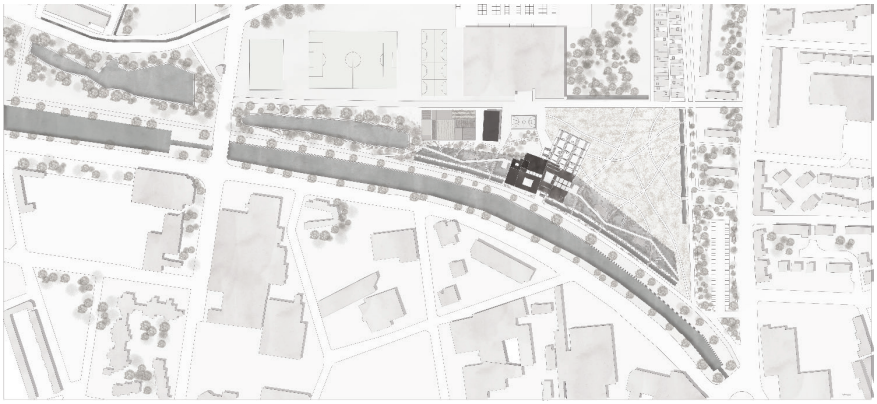


Fig. 77 - Phase 2 (2025-2030)

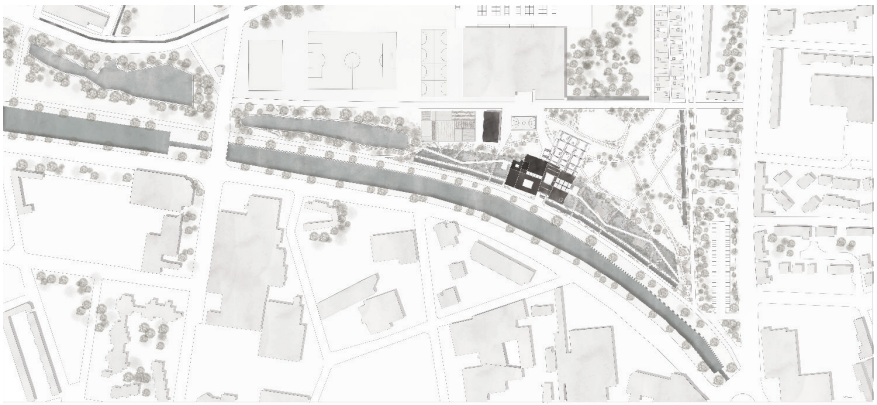


Fig. 78 - Phase 3 (2040)

3.2.1 Une transition en trois temps

Le projet est conçu sur une durée de 15 ans dans un premier temps afin de laisser le temps au sol de se régénérer. L'aménagement du site évoluera en différentes étapes entre 2025 et 2040 (cette durée pourra évoluer en fonction des résultats de chaque phase).

Phase 1 (2025) : On effectue une étude de sol afin de diagnostiquer précisément la nature des polluants et leur teneur. Suite à ces études, un choix unique de plante sera effectué afin d'éviter la superposition de culture et de faciliter la récolte pour la transformation en biomasse.

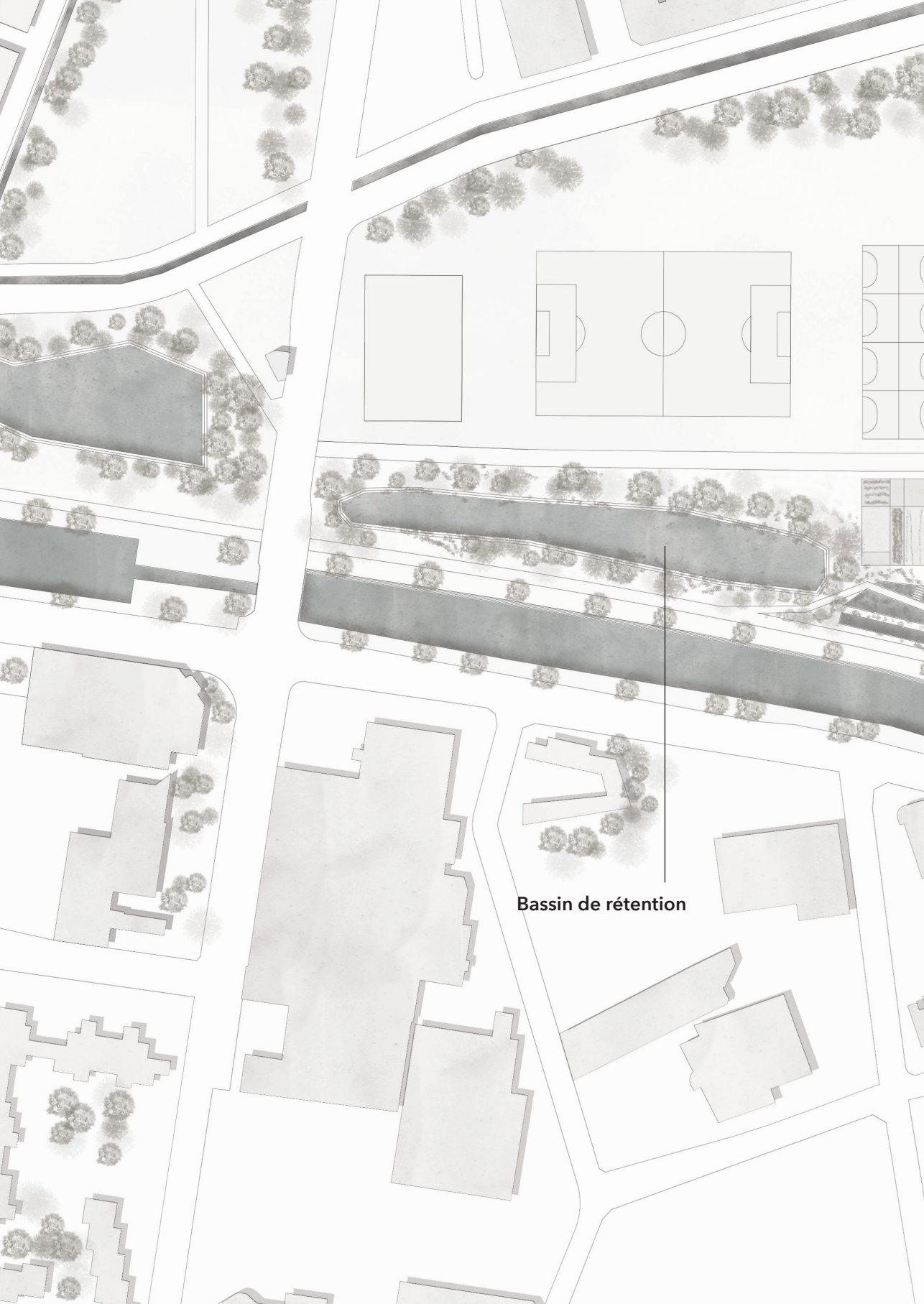
Phase 2 (2025-2030) : Les premiers aménagements commencent. On excave les terres pour créer les bassins filtrants. La terre récupérée est redistribuée sur le site pour les futurs aménagements paysager. Lors de la création des bassins, le système de canalisation pour la récupération des eaux pluviales est créé.
Dans un même temps, la reconversion de l'ancienne brasserie peut également commencer.

Une fois les bassins créés, la partie accueillant le futur parc peut être aménagée afin de restaurer les sols par phytoremédiation.

Une fois l'ensemble de ces aménagements terminés, le système de jardins filtrants est mis en place et les eaux pluviales de la zone de l'Union y sont redirigées.

Phase 3 (2040) : De l'aménagement du traitement par phytoremédiation du futur parc jusqu'à la phase 3, différentes études de sols sont réalisées à différentes années. Ces études permettront un suivi de la décontamination des sols. Après un phasage théorique de 10 ans, on considère que le travail de dépollution par les plantes touche à sa fin. La biomasse est récoltée et envoyée dans la centrale biomasse de Roubaix située de l'autre côté du canal.
L'aménagement paysager, comprenant la création de noues paysagères et de différentes plaines arborées, peut débuter.

Le projet trouve alors toute son identité dans un ensemble paysager et architectural.


Bassin de rétention

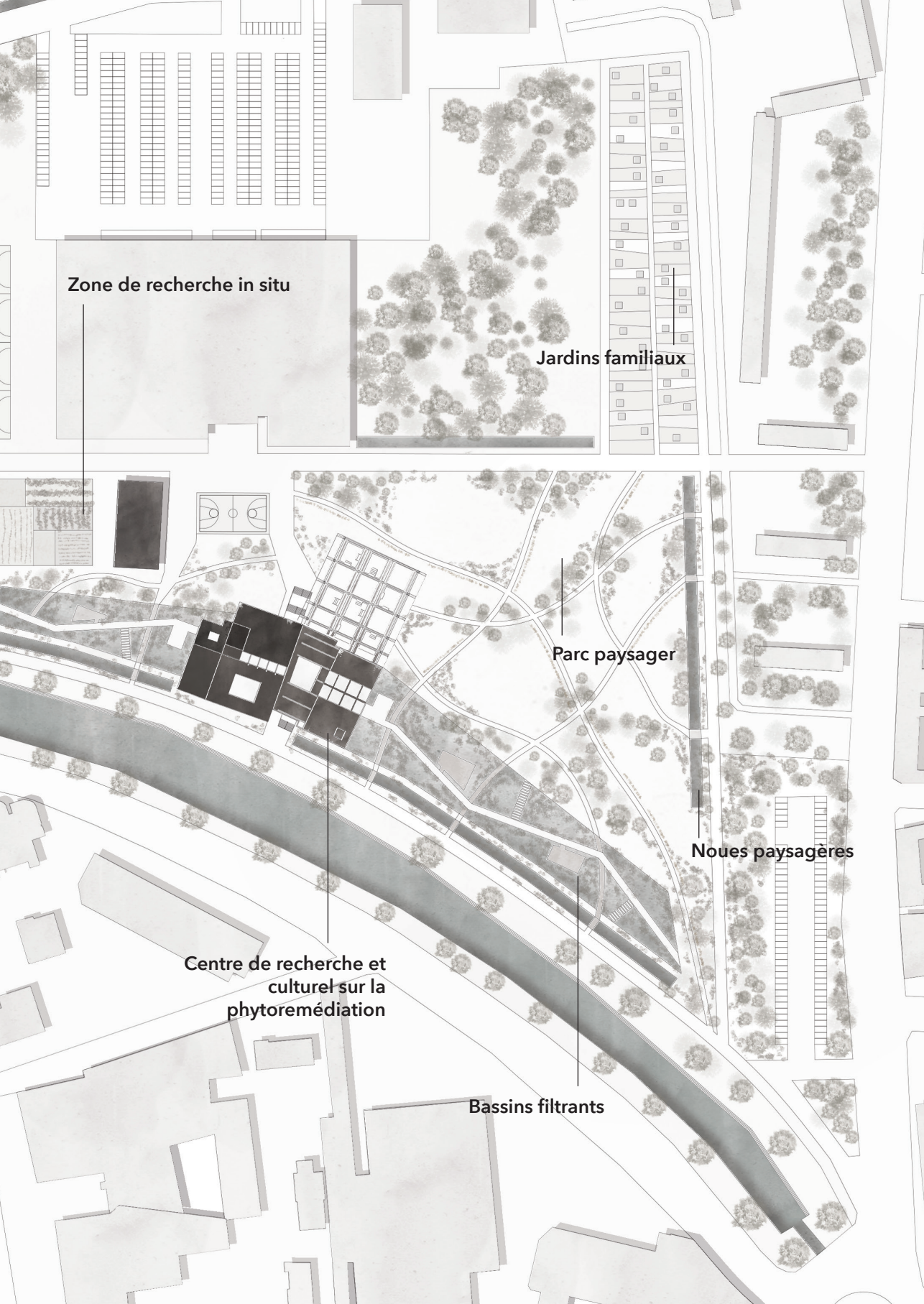
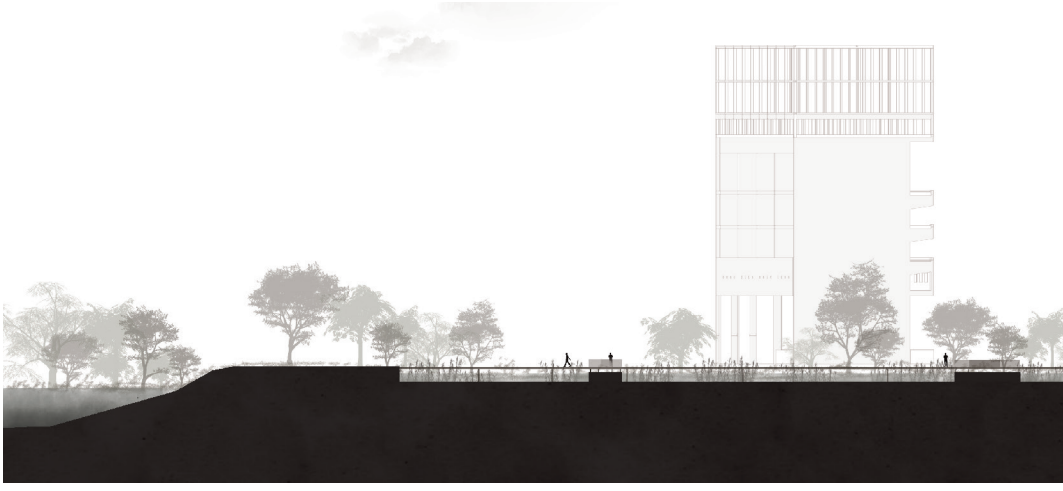

Zone de recherche in situ
Jardins familiaux
Parc paysager
Noues paysagères
Centre de recherche et culturel sur la phytoremédiation
Bassins filtrants

Fig. 80 - Photographie de la brasserie Terken le long du canal de Roubaix.



3.2.2 Une reconnexion avec le vivant

Connexion avec le paysage

Le projet est une liaison verte entre les différents aménagements le long des canaux de la métropole. La mobilité douce se traduit par différents cheminements à travers le parc et mène à différents endroits de l'Union. Le chemin existant longeant le canal de Roubaix dérive à travers le parc et sur les bassins filtrants. Il nous amène à traverser l'ancienne brasserie.

(Re)connecter avec le vivant

Ce projet permet non seulement la connexion spatiale mais aussi la connexion et le vivant. La ville se tourne à nouveau vers la terre et l'eau.
Le parc devient peu à peu une pièce d'eau créant ainsi un espace de promenade et de biodiversité bénéfique à tous les êtres vivants (humains et non humains).
La balade au-dessus des bassins offre des vues sur le parc et la ville et délimite également les espaces.
Le sol est devenu un acteur essentiel du projet. On est reconnecté à la terre et à l'eau. On ne la considère plus comme un support mais comme un bien commun.

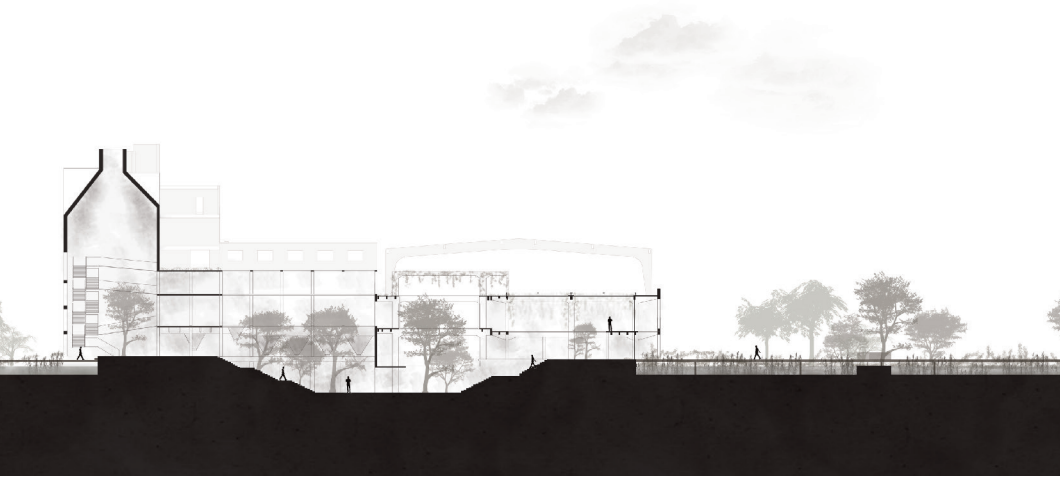


Fig. 81 - Continuité paysagère.

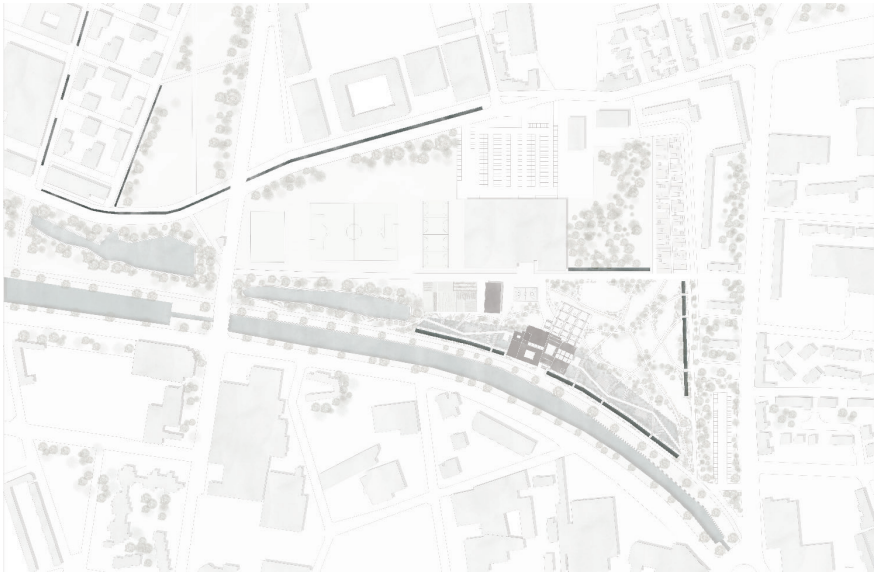


Fig. 82 - Noues récupératrices

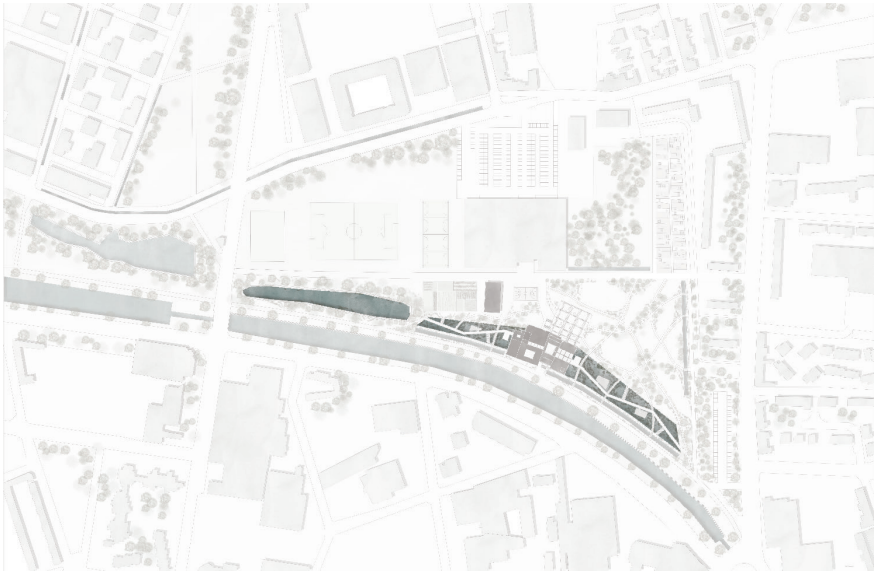


Fig. 83 - Bassins filtrants et bassin de rétention

3.2.3 La gestion des eaux

Comme évoqué précédemment, un plan d'aménagement de l'eau de pluie a été réalisé sur la zone de l'Union. Malgré cela, il semble nécessaire d'intervenir sur cette gestion afin de la perfectionner et d'aboutir dans le traitement de cette eaux. Le projet utilise donc le système de phytoépuration.

Systèmes d'eaux pluviales : récupérer, purifier, réutiliser

L'eau de pluie est considérée comme une ressource essentielle dans ce parc. Il structure même les différents espaces du projet.
L'eau de pluie est collectée dans des noues urbaines aménagées en bord de route. L'eau de pluie s'écoule des toits et des routes vers la noue paysagère, où elle est collectée et dirigée vers le premier bassin d'épuration. L'eau parcourt ensuite une série de bassins par un système d'écluses avant d'être stockée dans le dernier bassin. Les bassins sont étanchéifiés pour éviter les remontés d'eaux pollués de la nappe phréatique. Une fois le cycle terminé, une partie de l'eau est rejetée dans le bassin de rétention déjà existant.

La gestion des eaux pluviales est divisée en trois étapes. Différents systèmes de technologie végétale génèrent différentes espaces à différentes échelles :

- La récupération : noues paysagères et urbaines
Aménagement à l'échelle des voies de la zone de l'Union ainsi que dans le parc
- La purification et la réutilisation : bassins filtrants, jardins collectifs, entretien des aménagements paysagers.
Aménagement à l'échelle du parc
- Réutilisation : parcours sur l'eau, reflets du bâtiment
Aménagement à l'échelle de l'architecture

Fig. 84 - Noues urbaines.

Fig. 85 - Bassins filtrants.

Fig. 86 - Reflet du bâtiment dans l'eau

A l'échelle de la zone de l'Union (récupération des eaux)

Des noues paysagères sont déjà existantes sur l'Union. Cependant l'eau est redirigée directement dans les bassins de rétention sans passer par une phase d'épuration.
Le projet propose donc de rediriger cette eau dans des noues urbaines puis dans les bassins filtrants.

A l'échelle du parc (traitement de l'eau)

Une fois arrivée dans les bassins filtrants, elle est ensuite purifiée à travers différents bassins macrophytes et microphytes combinés à des plantes phytoépuratrice. Ces bassins filtrants sont aussi des zones humides qui permettent de réguler la température de la ville et constituent des lieux de promenade et de biodiversité.
Le parc s'appuie sur les mécanismes de la nature pour résoudre les problèmes auxquels il est confronté. Il suit le principe de symbiose entre humains et non-humains (plantes, micro-organismes, insectes)…

A l'échelle de l'architecture (mise en valeur du bâtiment)

Le traitement de la balade sur l'eau aurait pu continuer à travers le projet. Cependant, l'eau n'étant pas épurer complétement, le choix à été fait de faire s'arrêter les bassins contre le bâtiment. En effet, par effet d'évaporation, des traces de polluants auraient pu être présentes dans l'air à l'intérieur.
Malgré tout, l'eau venant à fleur de parois, le reflet de l'eau permet une mise en valeur de l'ancienne brasserie.

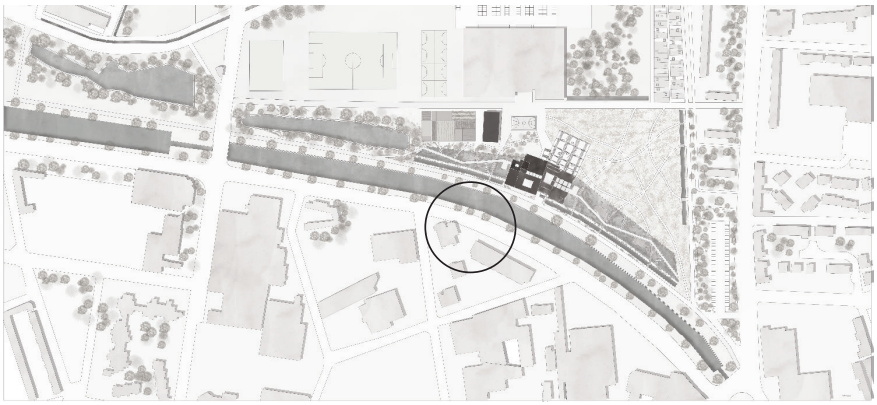


Fig. 87 - Site de la centrale biomasse.

Fig. 88 - Plantation de miscanthus.

3.2.4 Les essences végétales

Le choix des essences végétales vont être déterminantes lors de l'aménagement de ce projet. Elles devront suivre une logique d'implantation en fonction de leur rôle et de leur type de contamination à traiter. Ces essences vont se classer en trois catégories :

Plantations lors de la phase 2 (traitement des sols pour le futur parc) :

N'ayant pas accès à une étude précise relevant les polluants sur la zone, nous partirons sur une hypothèse d'un sol moyennement pollué. Cette hypothèse est appuyée par des études réalisées sur la pollution par l'Union. Le choix se porte donc sur le miscanthus. Cette espèce présente le plus d'aspects bénéfiques pour le traitement voulu. Elle possède une forte croissance, une dégradation de nombreux types de polluants différents et une forte valorisation de biomasse. Une fois la biomasse récupérée, elle pourra directement être envoyée dans la centrale biomasse se situant juste de l'autre côté du canal. Ainsi, le cycle de traitement est réduit à son maximum.

Fig. 89 - Tournesol.

Fig. 90 - Brassica jouncea.

Fig. 91 - Acore odorant.

Fig. 92 - Rubanier d'eaux.

Fig. 93 - Renoncule aquatique.

Fig. 94 - Pesse d'eau.

Plantations lors de la phase 3 (aménagement du parc paysager après dépollution) :

Une fois le site dépollué, l'aménagement paysager peut démarrer. L'objectif de cette aménagement est de garder des massifs de plantes utilisées pour la phytoremédiation. Plusieurs espèces seront alors plantées afin de faire découvrir cette méthode de dépollution au public. Ces espèces sont le miscanthus, le tournesol, le chrysogon et le brassica jouncea. La plantation de saules et de peupliers viendront également jouer un rôle de phytomanagement en donnant une autre dimension paysagère. D'autres espèces pourront s'ajouter à celles-ci.

Plantations dans les bassins :

Afin d'assurer la phytoépuration de l'eau pluviale récupérée et de créer un parcours végétal le long des bassins, plusieurs espèces vont cohabiter. La quantité de plantes installées doit être mesurée pour que ces dernières n'envahissent pas tous les bassins. Elles se répartissent en 3 types :
- les graminées avec l'acore odorant, l'iris jaune et le rubanier d'eaux
- les plantes oxygénantes avec la renoncule aquatique, les élodées, hottonia palutris
- les plantes purifiantes toute l'année avec la véronique des marais, le cresson de fontaine et la pesse d'eau.

D'un point de vue esthétique, l'ensemble assurera un bon équilibre aquatique et une excellente purification des bassins.

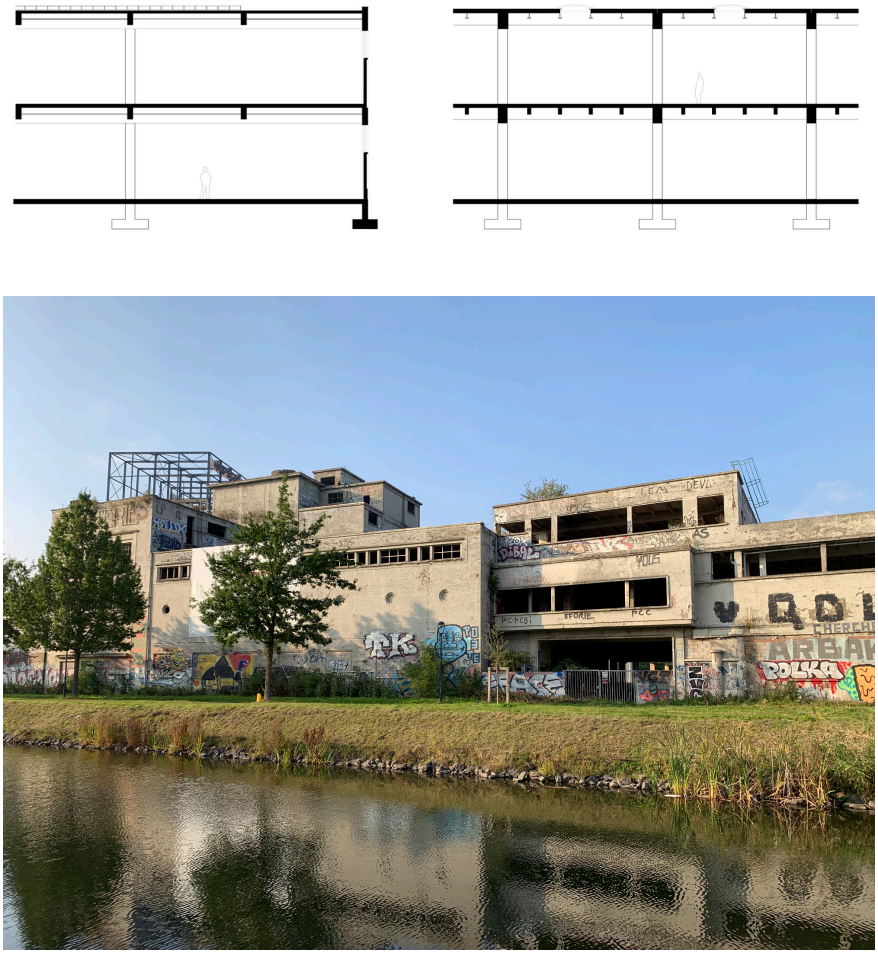


Fig. 95 - Brasserie Terken et sa structure.

3.2.5 Réhabilitation de l'ancienne brasserie Terken

Utilisant la même méthode de restauration des sols et de régénération de l'eau, le projet a pour objectif de restaurer un bâtiment laissé à l'abandon. Ce recyclage réduit notre empreinte carbone. L'objectif est de redonner vie aux «déchets industriels».

Le bâtiment mesure pratiquement de long et est une ancienne brasserie (brasserie emblématique du nord de la France). Elle est constitué de planchers en béton armé avec un squelette poteaux-poutres réalisé en béton également.
Le projet propose de la transformer en un bâtiment à double usage. Une partie consacré à un centre de recherche sur la phytoremédiation ainsi que toutes les techniques qui en découlent. L'autre partie, un centre culturelle servant de lieu de mémoire de l'industrie et d'un lieu de découverte et d'apprentissage sur les techniques de phytoremédiation.

Cette approche suit l'idée de «régénérer la ville», ne plus détruire pour reconstruire, mais préférer revitaliser les bâtiments déjà construits.

3.3

UN PATRIMOINE MIS EN VALEUR

3.3.1 Archéologie industrielle
3.3.2 Architecture et organisation
3.3.3 Une continuité paysagère

Fig. 96 - Malterie.

Fig. 97 - Embouteillage.

Fig. 98 - Malterie.

Fig. 99 - Malterie.

3.3.1 Archéologie industrielle

Pour mener à bien ce projet, la première étape de la reconquête architecturale a été de réaliser une visite complète et approfondie du lieu. Cette analyse a permis d'identifier les différents éléments phares du bâtiment et de faire un inventaire. Cet inventaire a servi de base pour développer les intentions architecturales du projet.

Après analyses, nous remarquons que l'ancienne brasserie se divise en deux parties distinctes. La partie anciennement « embouteillage » et la partie « malterie ».

La partie «embouteillage » est constituée de trois niveaux. Ce sont de grands plateaux vides ponctués de poteaux. Une grande structure en acier est également présente. Comme son nom l'indique, ces lieux servaient de mise en bouteille et de stockage de la bière avant que celle-ci ne soit expédiée. Cette partie correspond à la partie est du bâtiment.

La partie « malterie » est constituée de différents niveaux relativement désordonnés. La malterie était autrefois le lieu de stockage du malt mais aussi le lieu de traitement pour les eaux utilisées pour la confection de la bière. Ces niveaux se composent ainsi de différentes chambres à grains reliées entre elles de haut en bas par des silos. Ces silos sont visibles au sous-sol du bâtiment. La partie du traitement des eaux est composée de 6 plateaux perforés de part et d'autre afin d'utiliser de grandes vues verticales.

Fig. 101 - Malterie.

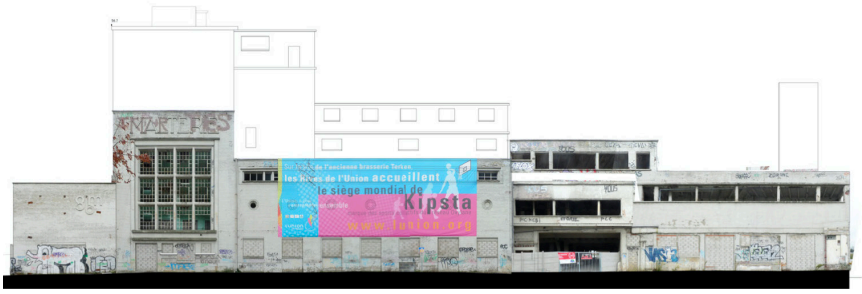
Fig. 100 - Embouteillage.

Fig. 102 - Malterie.

Fig. 103 - Malterie.

Pour réaliser un centre de recherche scientifique sur la phytoremédiation et un centre de recherche, le choix de l'emplacement du programme est donc accordé avec le type de structure et d'espaces existants. L'objectif est d'optimiser au mieux la reconversion.
L'ancien embouteillage accueillera alors le centre de recherche. Les grands plateaux permettront un aménagement aisé des bureaux et laboratoires nécessaires.
L'ancienne malterie sera occupée par la partie culturelle du projet. Cette partie a en effet un aspect patrimonial très fort. Il pourra être mis en valeur et être à la vue du public.

Pour terminer, le bâtiment possède dans l'intégralité une structure poteaux-poutres en béton. Cette structure est avantageuse dans le cas d'une reconversion car elle permet des possibilités en termes d'ouvertures et de modifications d'espaces.



Malterie Embouteillage

Fig. 104 - Façades actuelles.

3.3.2 Architecture et organisation

Le projet a pour but de ne pas toucher l'enveloppe extérieure du bâtiment. Celle-ci représente l'image de la brasserie. Les ouvertures condamnées lors de sa fermeture seront réouvertes. Une remise en état de la façade sera seulement réalisée.

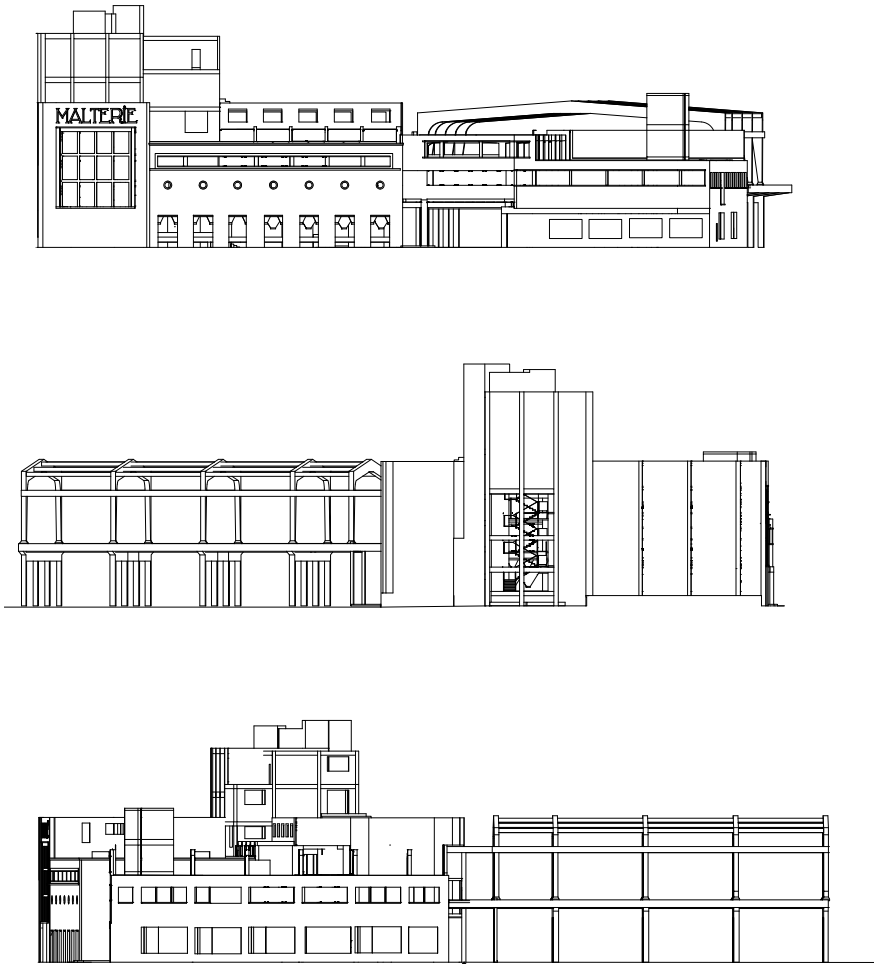


Fig. 105 - Façade du projet.

Percée ou dépose complète du plancher

Mur supprimé

Fig. 106 - Modification du rez-de-chaussée.

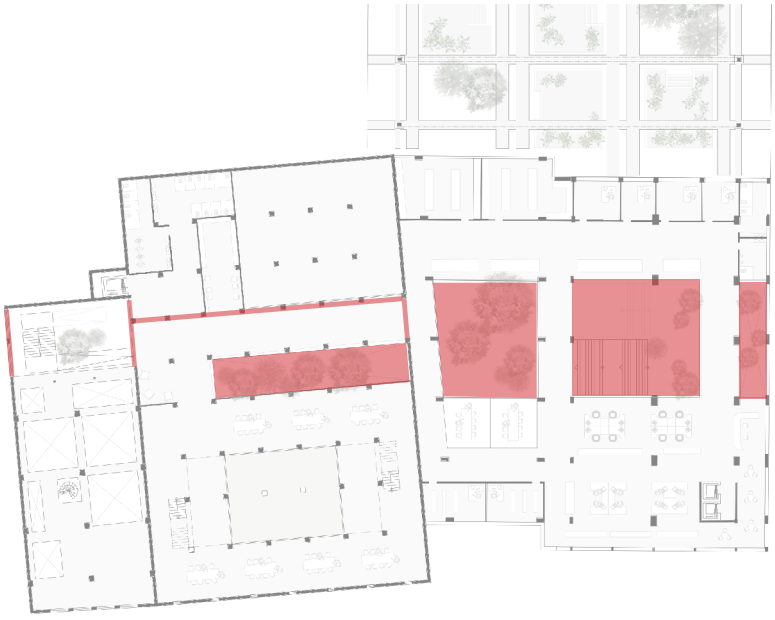


Fig. 107 - Modification de R+1.

Le bâtiment étant très vaste, la luminosité à l'intérieur était assez faible. Par conséquent, des percées dans les murs et planchers ont été nécessaires. Ces différentes ouvertures ont suivi la logique de la traversée paysagère. Voici les modifications apportées à la structure. L'aménagement du lieu suivra ces documents.

Fig. 108 - Modification du R+2.

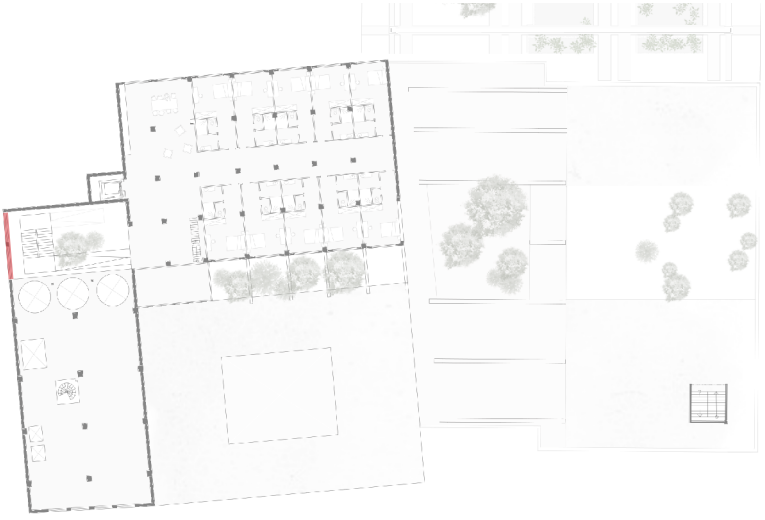


Fig. 109 - Modification du R+3.

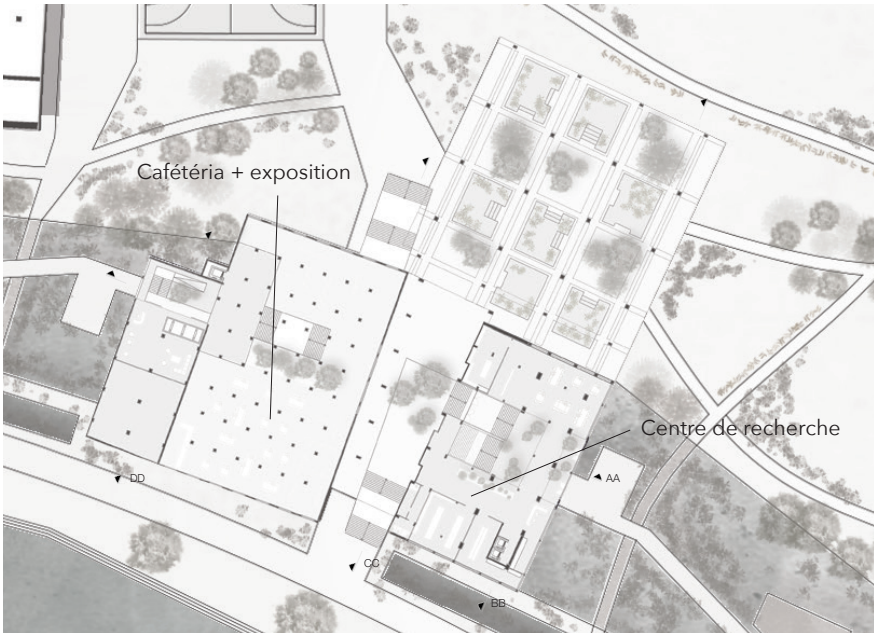


Fig. 110 - Plan rez-de-chaussée.

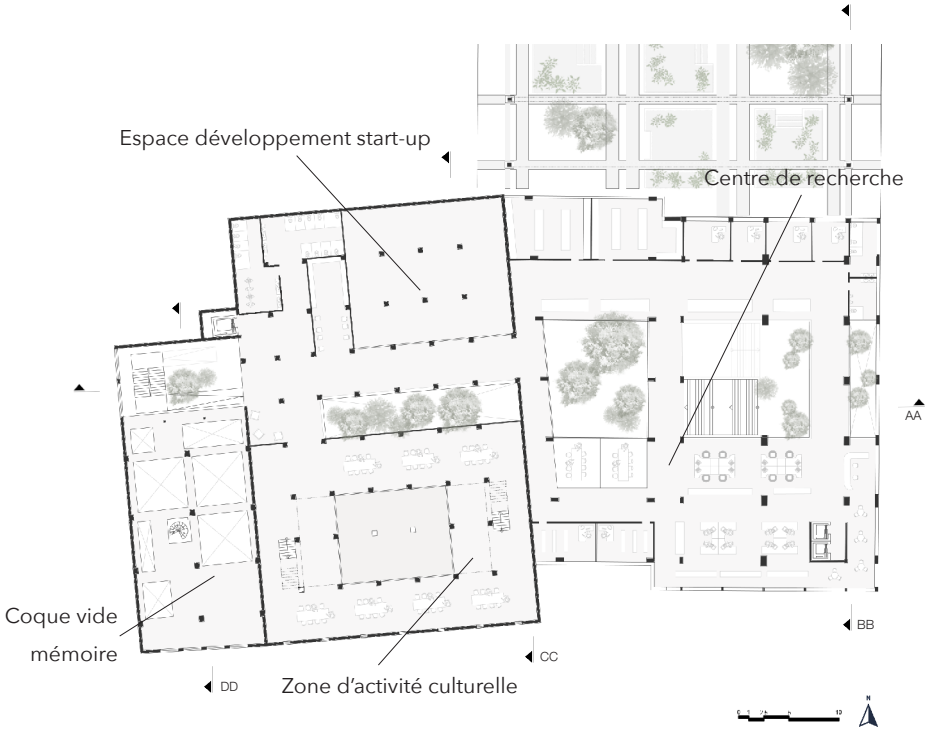


Fig. 111 - Plan R+1.

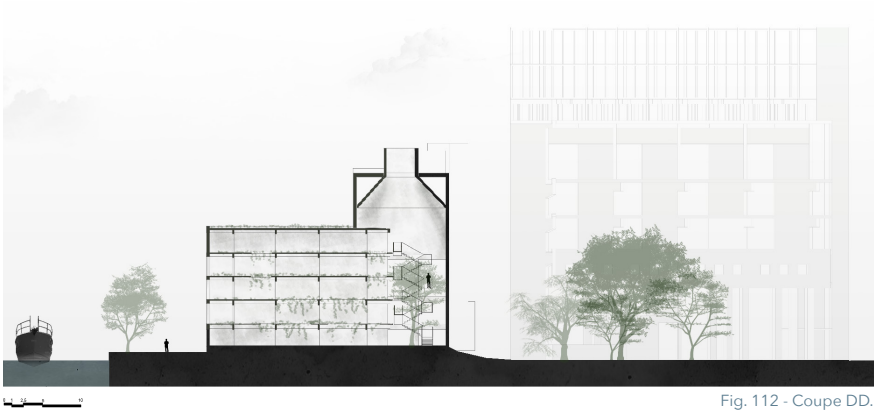


Fig. 112 - Coupe DD.

Fig. 113 - Coupe CC.

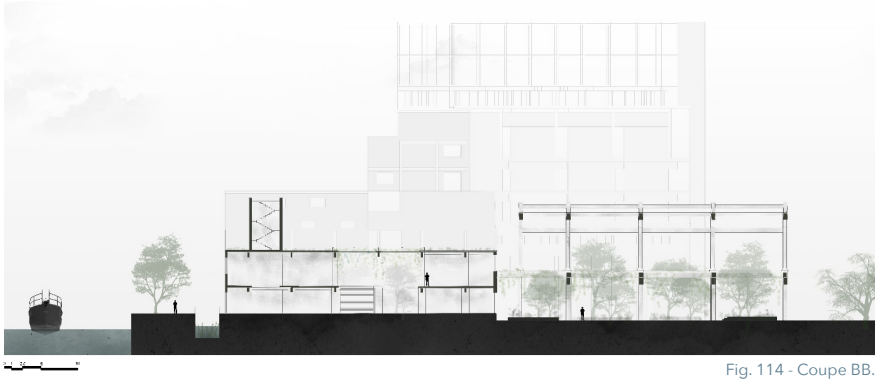


Fig. 114 - Coupe BB.

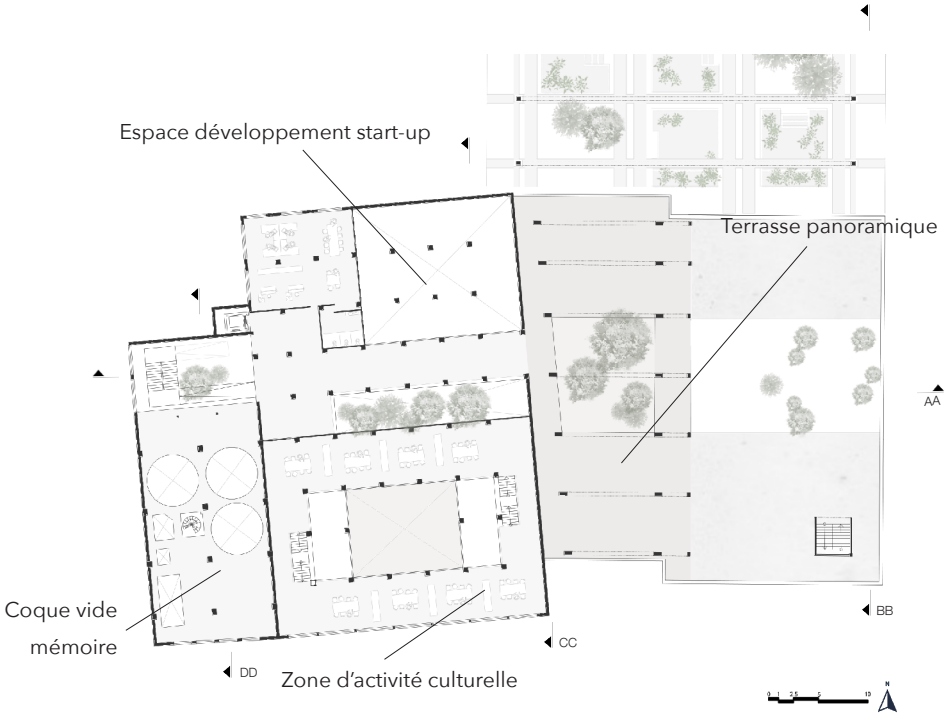


Fig. 115 - Plan R+2.

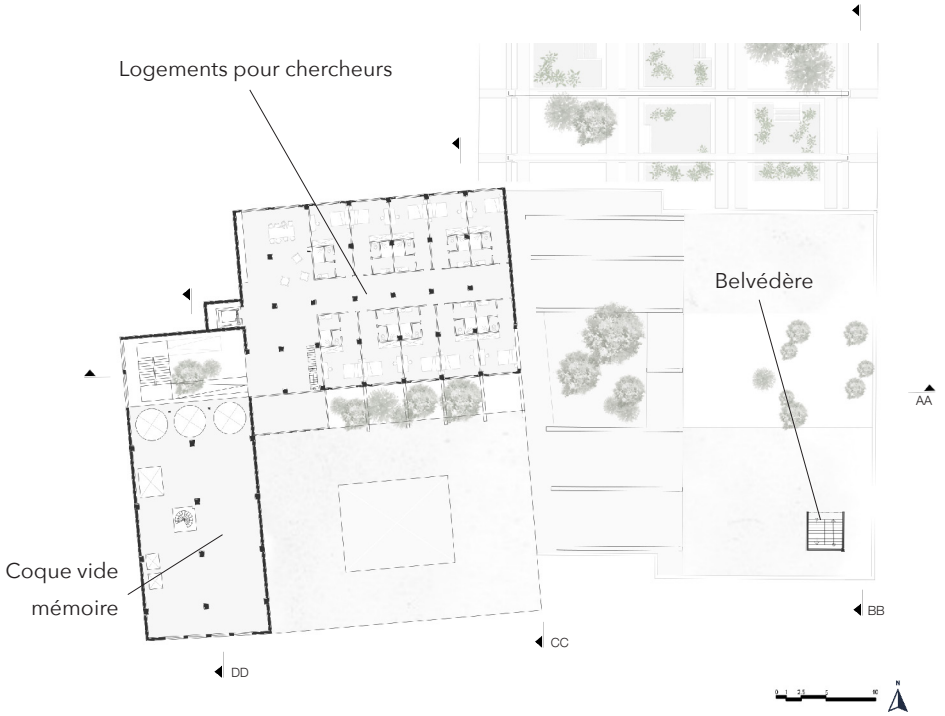
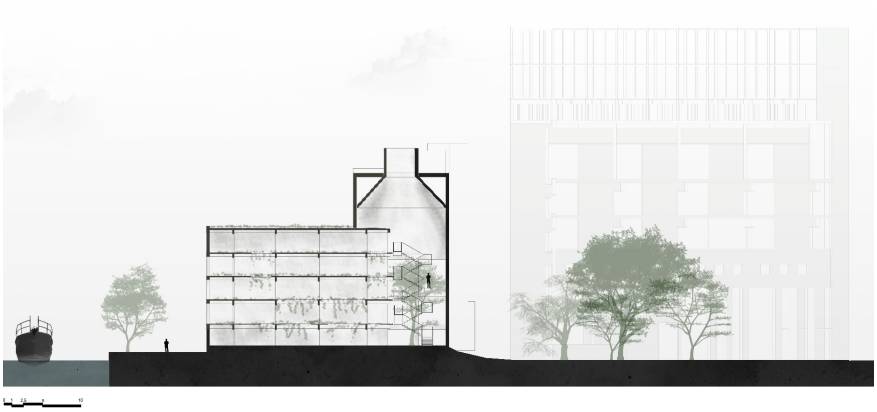
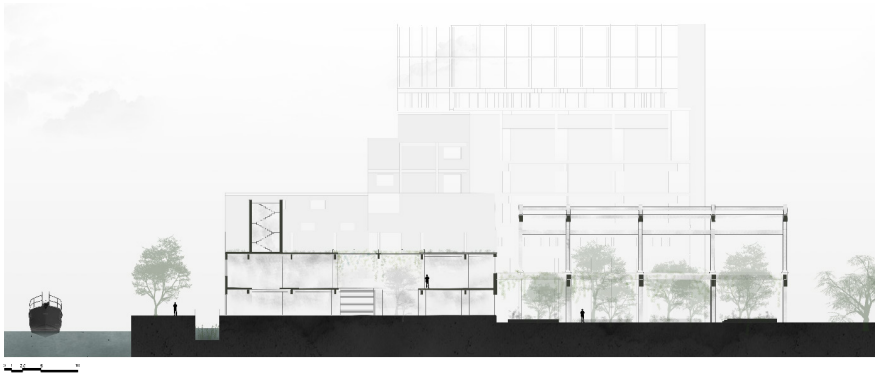


Fig. 116 - Plan R+3.





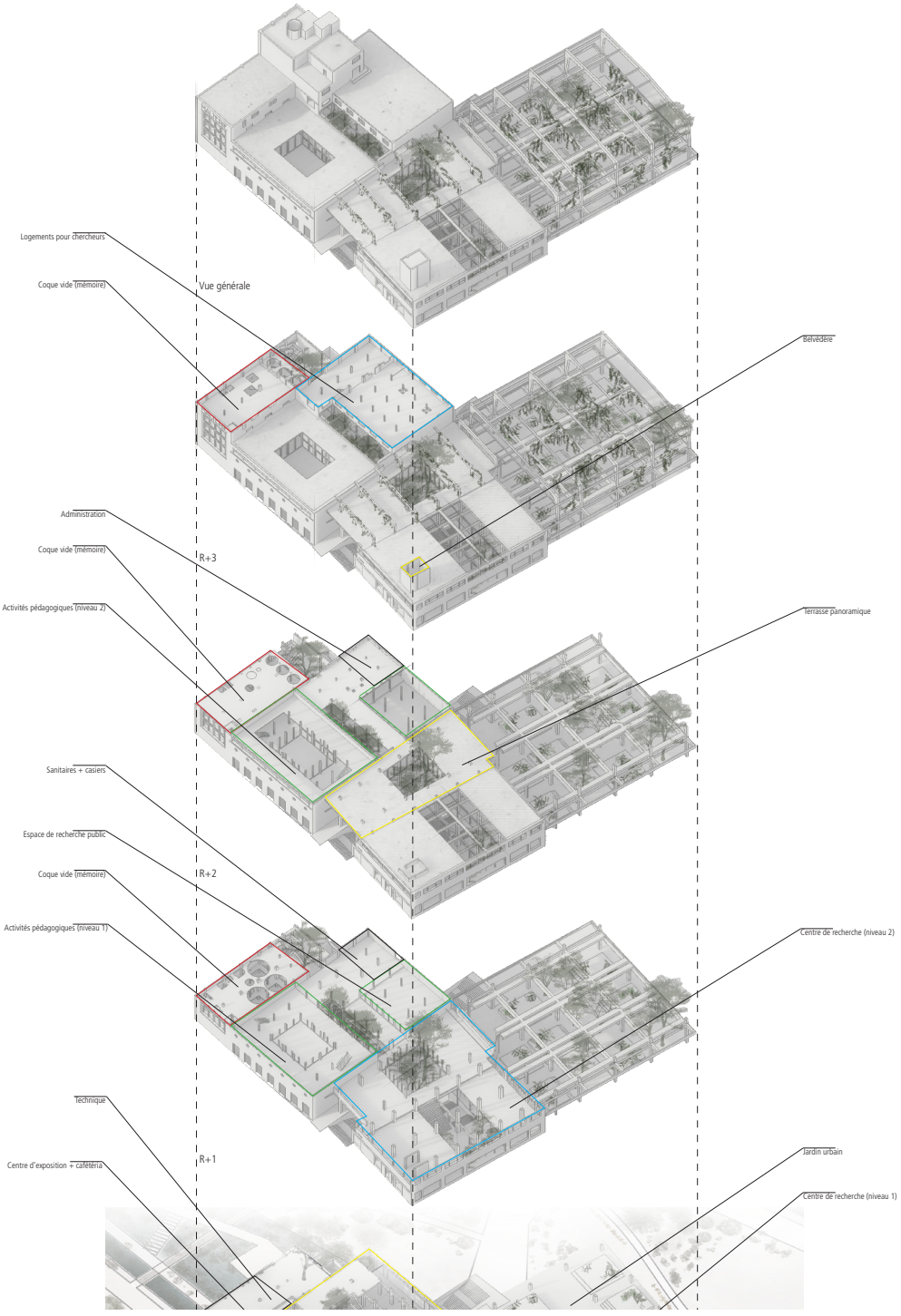


Fig. 117 - Axonométrie du projet.

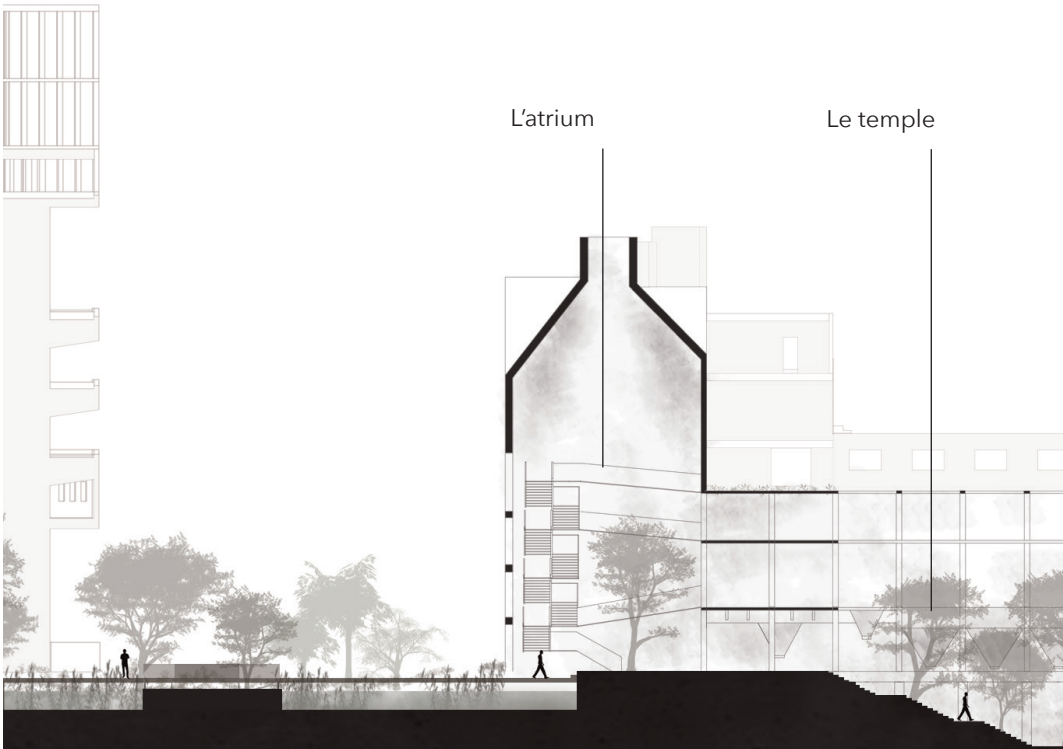
Le dernier aménagement concerne la structure en acier extérieur. Celle-ci rendait l'espace en dessous d'elle très sombre. Pour trouver un nouvel usage a ce lieu, le plancher a été démonté afin de mettre en valeur cette structure imposante. Un jardin urbain est alors crée en se servant du plancher démonté pour créer différents espaces.

Fig. 118 - Photographie de la structure extérieur.

Fig. 119 - Image de rendu de la transformation du projet.

3.3.3 Une continuité paysagère

La continuité paysagère est un point clef de ce projet. Les balades crées sur les bassins se prolongent et traversent le bâtiment. Pour réaliser cette intention, le bâtiment s'ouvre à l'extérieur par un faille qui le traverse de part en part. Les planchers est murs de celui-ci sont percés et modifiés. Cette faille traverse les différents espaces du centre et offre plusieurs atmosphères.



La balade végétale traverse ainsi 4 espaces (en allant de l'est à l'ouest) :

Le hall végétalisé du centre de recherche : Il accueille le personnel et les visiteurs au cœur du centre. Avec sa grande verrière, il fait écho à la serre.

Le patio central : Lieu de transition entre intérieur et extérieur, il articule l'ensemble de bâtiment entre le centre de recherche et la centre culturelle.

Le temple : Espace dédié aux expositions et à la cafétéria, ce lieu est semblable à un temple avec sa structure imposante et ses nombreux silos.

L'atrium : Lieu rempli de mémoire avec la mise en valeur des anciens planchers de la malterie. Le visiteur se laisse guider au différents étages par l'escalier en suivant la lumière de l'atrium.

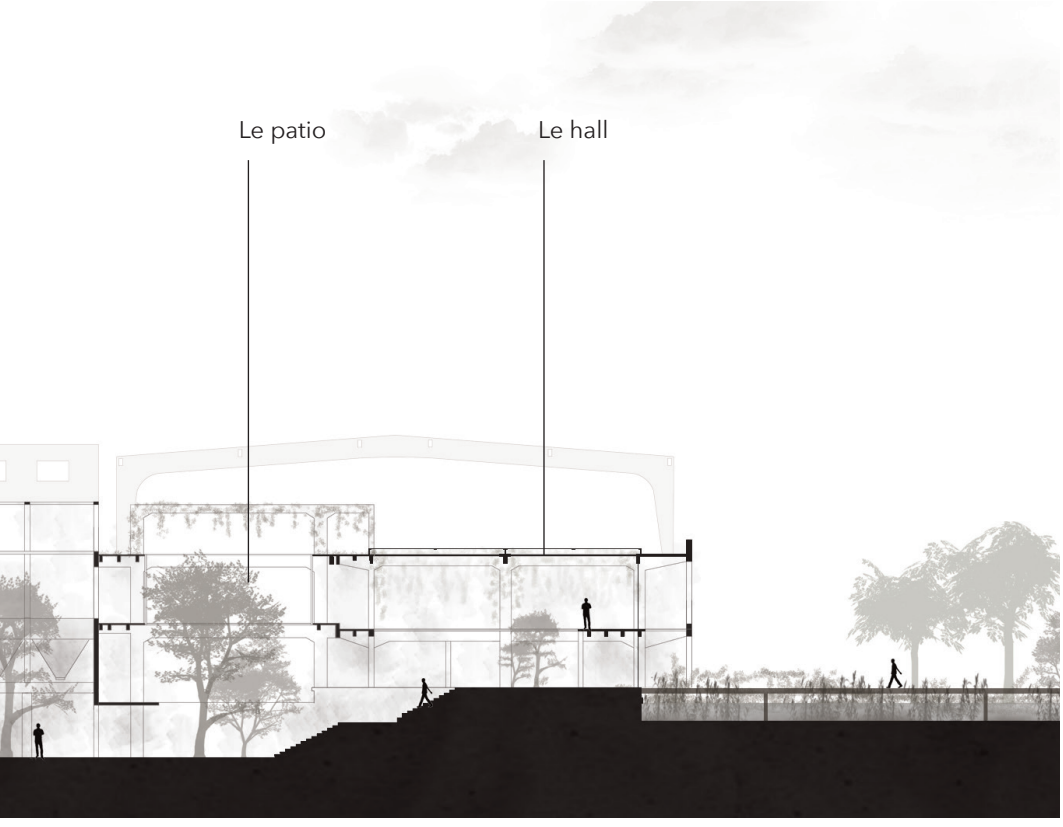


Fig. 120 - Coupe longitudianale du projet.

Fig. 121 - Le hall végétalisée.

Fig. 122 - Le patio central.

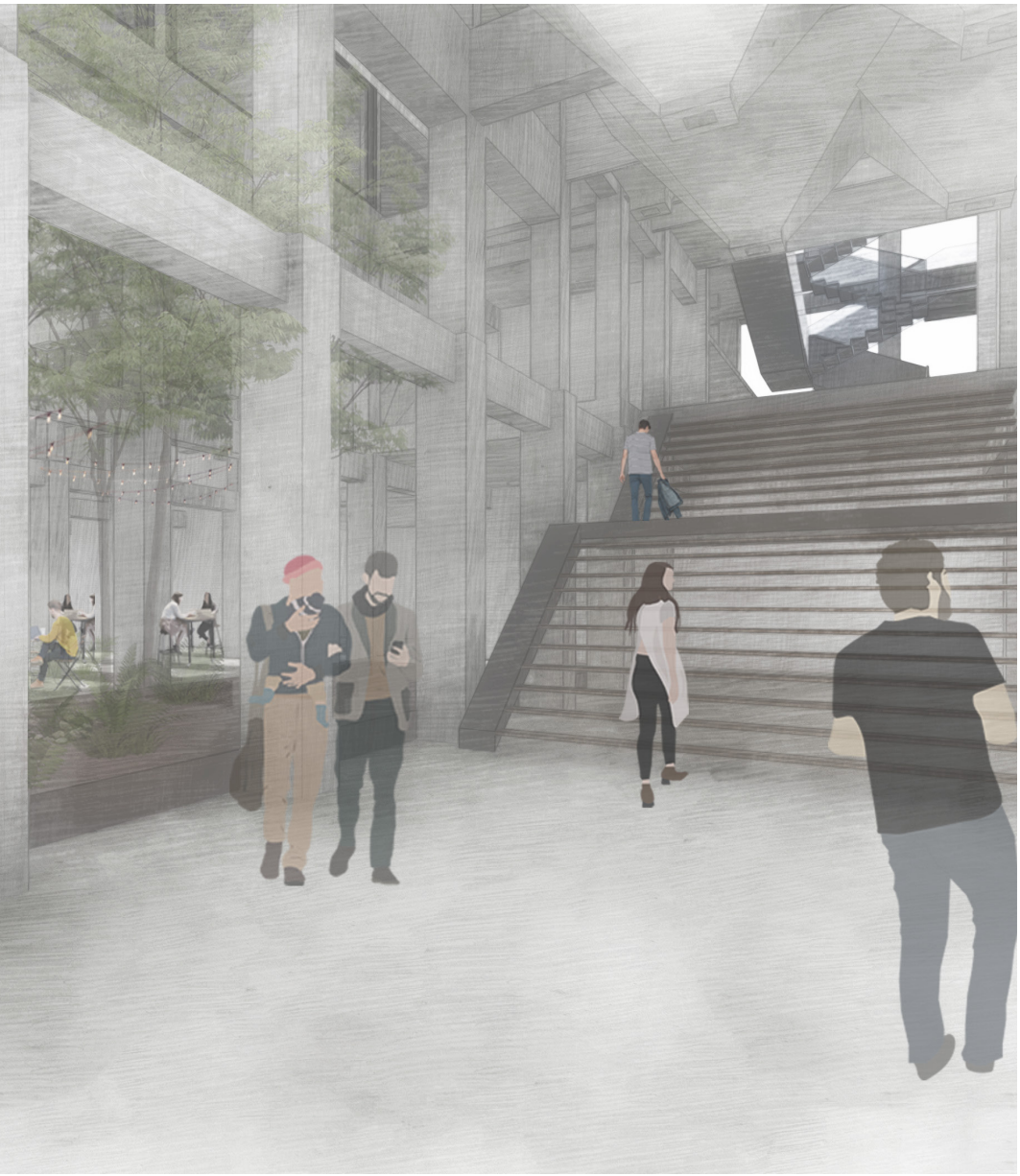


Fig. 123 - Le temple.

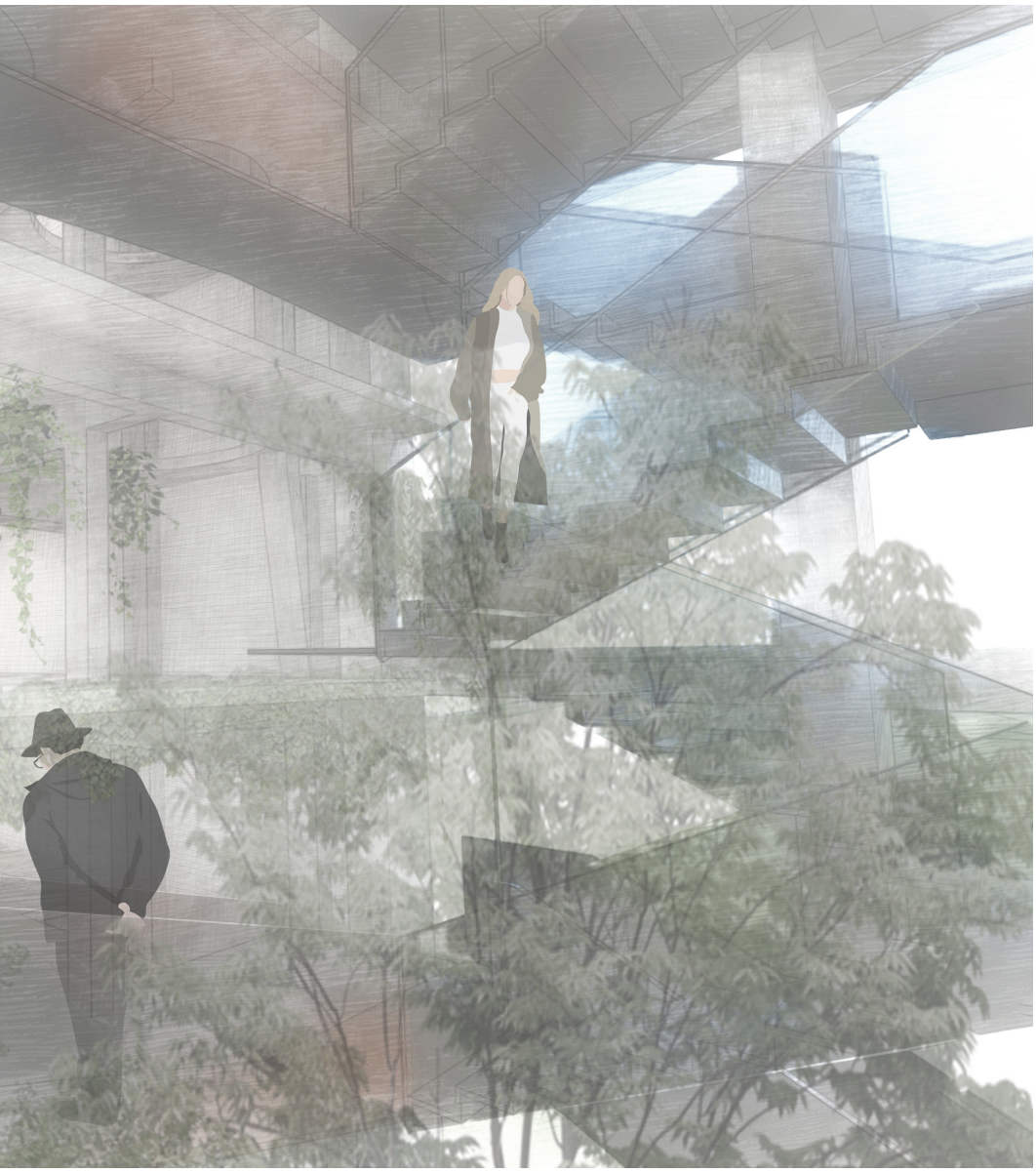


Fig. 124 - L'atrium.

Conclusion

La protection des écosystèmes et de la biodiversité est fortement influencée par l'activité humaine et par la façon dont nous pensons et construisons les villes. Des solutions émergent et produisent de nouveaux objectifs plus proches de la nature. Plus nous avançons dans cette direction, plus nous nous rendons compte de l'incroyable résilience que possède la nature. Mais aussi de sa fragilité et de la nécessité de répondre rapidement aux crises environnementales et climatiques présentent aujourd'hui.

L'idée de voir les villes comme une partie indissociable de la nature soulève une foule de questions sur la façon dont nous construisons.
Grâce à ce travail de recherche, nous avons pu mettre en évidence différentes techniques de dépollution des sols qui reflètent la pensée de notre société. En effet, la solution la plus simple et la plus rapide reste l'excavation et donc le déplacement de la pollution. Cependant, la terre et l'eau sont à la base de la vie sur terre. Aujourd'hui, nous sommes déconnectés de nos systèmes naturels. La terre n'est pas seulement un support, elle foisonne de vie. Elle permet également le bon fonctionnement de l'infiltration et de la circulation de l'eau.

Pour le travail qui conclut ces recherches, mon objectif était de reconquérir l'une des friches polluées de la métropole lilloise, visant à repenser le paysage urbain. En effet, cette reconquête est au cœur de la politique de la ville de Lille. Un problème récurrent est apparu : celui de la contamination des sols. Face à cet obstacle, les métropoles ont tendance à répondre de la même manière : excavation, traitement thermique, traitement chimique et parfois même exportation de la terre à l'étranger. Comme nous l'avons vu dans ce TFE, la phytoremédiation permet de résoudre le problème de la pollution des sols et présente de nombreux avantages : elle est peu coûteuse, nécessite peu ou pas d'énergie, protège et développe les écosystèmes, améliore la structure des sols, etc. De plus, elle permet également de filtrer l'eau contaminée.

La phytoremédiation nous offre la possibilité de créer de nouveaux paysages, tout en apportant de nombreux bénéfices à l'homme et à la nature.
La ville est un carrefour où se rencontrent de nombreux acteurs et de nombreuses fonctions. Plus de la moitié de l'humanité vit désormais dans les villes. Faire corps avec la nature permet d'intégrer la biodiversité à l'échelle des aménagements urbains et des projets ainsi qu'à l'échelle des bâtiments.

A partir de ces constats, d'études historiques de la métropole et de diverses études de terrain, le projet tente d'aborder différentes problématiques à travers les opportunités présentées. C'est ainsi que j'ai développé ce projet alliant travail paysager, dépollution des sols et des eaux de ruissellement et mise en valeur de l'ancienne brasserie Terken par ce processus de phytoremédiation.
Il s'organise en trois axes. Le premier est constitué d'une série de bassins filtrants, récupérant l'eau de pluie d'une partie de la zone de l'Union pour la filtrer par phytoépuration. Ces bassins permettent de créer une balade sur l'eau offrant des vues sur le parc avoisinant ainsi que sur le bâtiment reconverti. Celui-ci constitue le deuxième axe. L'ancienne brasserie Terken est reconvertie d'une part, en un centre de recherche scientifique sur la phytoremédiation et de l'autre part, en un centre culturel servant de lieu de mémoire de l'industrie, de découverte et d'apprentissage sur les techniques de phytoremédiation. Afin de connecter l'aménagement paysager et le bâtiment, un faille vient le traverser de part en part et fait entrer le vivant à l'intérieur de celui-ci. Le dernier axe concerne le parc. Celui-ci étant dans un premier temps une vaste étendue de plantes servant à la décontamination du sol, il devient par la suite un parc paysager ponctué de massifs arborés et de noues paysagères générant des espaces de balade et de biodiversité.

Le paysage devient un lieu végétal et vivant. Le recyclage de l'eau de pluie nous permet de construire un paysage atypique au cœur de la ville. L'épuration de l'eau offre des zones humides urbaines, des espaces piétonniers et de la biodiversité pour lutter contre le réchauffement climatique.

Le rôle de l'architecte aujourd'hui consiste à penser en prenant compte de la nature. Pour cela, nous avons besoin de la comprendre. Nous utilisons souvent la nature comme un simple aspect esthétique sans se soucier de ses besoins. Dans les projets d'urbanisme et d'architecture, elle est souvent utilisée comme élément décoratif ou d'ornement. Nous devons (re)considérer la nature comme un écosystème dont nous faisons partie, en tenant compte de tous les éléments.

La phytoremédiation est un exemple d'activités humaines vivant en harmonie avec la nature. Cette relation symbiotique entre les humains et les êtres vivants accélère un processus de régénération que la nature aurait déjà commencé si l'homme n'étais pas présent.

Sources

BIBLIOGRAPHIE

LIVRES

Métamorphoses, la réutilisation du patrimoine de l'âge industriel dans la métropole lilloise, BEART Thierry. et coll. Lepassage, 2013

Le parc de l'eurométropole, DEBEARE Karel, édité par Agence de l'Eurométropole Lille – Kortrijk – Tournai, 2018

Monumental : le patrimoine industriel, revue scientifique et technique des monuments historiques, semestriel 1, BERJOT Vincent. dir., Edition du Patrimoine, 2015

Ces plantes qui guérissent l'habitat, phytoépuration et génie végétal, Sébastien Illovic et Vincent Bonnarme, édition Eyrolles, 2011

Habiter les ruines, transformer et réinventer, Olivier Darmon, édition Alternatives, 2018

SITES INTERNET :

https://www.phytorestore.com/, Entreprise Phytorestore.

https://mutabilis-paysage.com/, Mutabilis Paysage et Urbanisme.

https://www.ademe.fr/, ADEME Agence de la transition écologique.

https://www.espacebleu.eu, Site du parc bleu de l'eurométropole

http://www.lunion.org, Zone de l'Union

https://www.caue-observatoire.fr/ouvrage/salle-polyvalente-gremaux-lezennes-59/ L'observatoire CAAUE

https://www.ineris.fr/fr institut national de l'environnement industriel et des risques

ARTICLES ET PDF :

La phytotechnologie appliquée au sites et sols pollués, état de l'art et guide de mise ne œuvre, Valérie Bert, 2012, https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/phytotechnologies-ademe-2013-1463054029.pdf, consulté le 26 novembre 2021

Etude de l'impact paysager des projets de phytoremédiation concernant les friches industrielles, Touvron Valentin, 2017, https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/5116/4/s156431Touvron2018.pdf, consulté le 16 décembre 2021

PROJET CARRÉ BLEU: QUELLES SONT LES OP- PORTUNITÉS DANS L'ESPACE PUBLIC DE LA RÉ- GION FRONTALIÈRE «LE CARRÉ BLEU» QUI POURRAIENT METTRE EN CONTACT LES POPULATIONS ? , Interreg, 2019, https://www.espacebleu.eu/sites/default/files/paragraph-file/Eindrapport_bachelorproef_BlauweRuit_2019-2020.pdf, consulté le 20 janvier 2022

Le miscanthus, un combustible écologique et renouvlables aux nombreux atouts, Bernard Deboyser, octobre 2019, https://www.revolution-energetique.com/le-miscanthus-un-combustible-ecologique-et-renouvelable-au-nombreux-atouts/, consulté le 15 février 2022

ICONOGRAPHIE

Première de couverture : illustration de l'auteur

Figue 1 : p. 22. *Carte postale, vue panoramique de Roubaix, vers 1900*, tiré du livre Louis BERGERON dans Métamorphoses, la réutilisation du patrimoine de l'âge industriel dans la métropole lilloise, BEART Thierry. et coll. Lepassage, 2013.

Figure 2 : p. 24. Didier Poidevin, *évolution de l'urbanisation durant les deux derniers siècles*, 2013, tiré du livre Louis BERGERON dans Métamorphoses, la réutilisation du patrimoine de l'âge industriel dans la métropole lilloise, BEART Thierry. et coll. Lepassage, 2013.

Figure 3 : p. 26. DR, *photo panoramique de la filature La Tossée*, http://www.lunion.org/fileadmin/user_upload/5-RESSOURCES/livret-chateaux-industrie-bd.pdf

Figure 4 : p. 26. Roubaix Tourisme, p*hoto panoramique de la brasserie Terken*, vers 1920, https://www.cirkwi.com/fr/point-interet/1172361-la-brasserie-terken

Figure 5 : p. 30. DR, b*oulevard de Belfort après un bombrademen*t, 1916, https://www.lepoint.fr/villes/a-lille-la-grande-guerre-fut-particulierement-atroce-18-06-2020-2380625_27.php

Figure 6 : p. 32. DR, *Photographie du village de Bournville, au sud de Birmingham*, 1926 https://ehne.fr/fr/encyclopedie/thématiques/écologies-et-environnements/les-risques-environnementaux/les-pollutions-industrielles-en-europe

Figure 7 : p. 34. DR, *halle industrielle abandonnée dans le quartier de Fives-Cail à Lille*, 2012, https://www.constructioncayola.com/batiment/article/2018/12/18/122233/lille-une-halle-industrielle-rehabiliter-dans-ecoquartier-fivescail

Figure 8 : p. 36. Hervé Dorval, *photographie de la brasserie Terken à l'abandon*, http://www.hervedorval.com/albums/revolution-industrielle/content/img-7480-bw-1/

Figure 9 : p. 38. DR, *travaux de remise en état du bâtiment Le Blan – Lafon*t, https://www.euratechnologies.com/actualite/evenements/euratechnologies-fete-ses-10-ans-temoignages-des-presents-au-commencement-de-cette-revolution-numerique/
nord.com/fr/portail/41/observatoire/2137/la-filature-lille-59.html

Figure 10 : p. 40. DR, *Ancienne filature de coton, l'Usine Motte Bossut apparaît comme l'un des fleurons de l'architecture industrielle du nord. Elle abrite aujourd'hui les archives national du monde du travail,* https://www.roubaixtourisme.com/avoir/lusinemottebossut/

Figure 11 : p. 44. DR, *photographie d'une filature à Roubaix*, https://france3-regions.francetvinfo.fr/hauts-de-france/nord-0/roubaix/roubaix-anciennes-usines-ouvrent-leurs-portes-journees-du-patrimoine-1726093.html

Figure 12 : p. 46. DR, *photographie de l'usine Le Blan à Lille*, https://www.caue-nord.com/fr/portail/41/observatoire/2137/la-filature-lille-59.html

Figure 13 : p. 48. DR, *photographie des moulins de Don, première réalisation en béton de Hennebique dans le nord en 1893,* https://www.lavoixdunord.fr/539214/article/2019-02-17/quand-les-moulins-rythmaient-la-vie-du-village-alors-hameau-d-annoeullin

Figure 14 : p. 50. Marie Bonvoisin, *photographie de la tour Terken entièrement en béton et haute de plus de 50 mètres,* 2013, https://www.urbexplayground.com/fr/urbex/lancienne-usine-de-la-brasserie-terken

Figure 15 : p. 52. DR, *photographie de la Gare Saint Sauveur, ancienne gare de marchandise à Lille convertie en un lieu culturel*, https://www.hellemmes.fr/Nos-equipements/Gare-Saint-Sauveur

Figure 16 : p. 54. Gehl Architects, *Plan du projet d'aménagement de la friche Saint-Sauveur,* https://www.lillemetropole.fr/votre-metropole/grands-projets/grands-projets-urbains/saint-sauveur

Figure 17 : p. 56. Ville de Lille, *photographie intérieur d'Euratechnologie (ancienne filature Le Blan), pôle d'excellence dédié aux entreprises spécialisées dans les Technologies de L'Information et de la Communication,* https://www.lille.fr/Nos-equipements/Euratechnologies

Figure 18 : p. 58. Euratechnologie, *photographie de l'ancienne filature Le Blan Lafont, véritable château de l'industrie*, https://www.euratechnologies.com/actualite/actualite/covid-19-reouverture-aux-entreprises-des-campus-de-lille-et-roubaix/

Figure 19 : p. 62. Ville de Lille, *illustration de l'aménagement de Fives-Cail*, https://www.lille.fr/www_en/Nos-equipements/Fives-Cail

Figure 20 : p. 64. Projet Ekla, *image de rendu pour le projet de transformation Lille 3000,* https://www.lillemetropole.fr/votre-metropole/grands-projets/grands-projets-urbains/eura-lille-3000

Figure 21 : p. 66. Germe et Jam, i*llustration de l'aménagement des rives de la haute Deûle*, https://www.germeetjam.com/projet-urbain-rives-haute-deule-826#gallery-7

Figure 22 : p. 66. Euralille SPL, *Illustration du projet Concorde à Lille*, https://www.spl-euralille.fr/projets/concorde/

Figure 23 : p. 68. Photographie de l'auteur, *photographie représentant les idées du parc bleu de l'Eurométropole*, octobre 2021

Figure 24 : p. 70, Eurométropole, *croquis du réseau d'eau eurométropolitain*, http://www.espacestransfrontaliers.org/fileadmin/user_upload/Le_parc_bleu_de_l_eurometropole.pdf

Figure 25 : p. 72, Eurométropole, *illustration du parc bleu*, http://www.espaces-transfrontaliers.org/fileadmin/user_upload/Le_parc_bleu_de_l_eurometropole.pdf

Figure 26 : p. 74, Eurométropole, *carte du carré bleu*, https://www.espacebleu.eu/carrebleu

Figure 27 : p. 74, Eurométropole, *photographie du balise le long du carré bleu*, https://www.espacebleu.eu/carrebleu

Figure 28 : p. 76. DR, *photographie de « chez Rita »*, https://www.francetvinfo.fr/culture/arts-expos/bienvenue-chez-rita-ancienne-usine-de-gaufres-reconvertie-en-lieu-de-creation-artistique_3568005.html

Figure 29 : p. 76. DR, *photographie de la Condition Publique*, https://laconditionpublique.com/lieux/un-patrimoine-exceptionnel/rue-couverte

Figure 30 : p. 78. Jean-Paul Van Der Helst, i*llustration représentant la pollution des friches industrielles,* https://tellux.fr/le-role-central-des-analyses-de-sols-pour-la-depollution-des-friches-industrielles/

Figure 31 : p. 84. EDA, *illustration d'une friche,* https://www.unairdebordeaux.fr/article/2018-06-20/friches-urbaines-a-bordeaux/

Figure 32 : p. 86. Idem Figure 31

Figure 33 : p. 88. DR, i*llustration d'une friche industrielle,* https://www.lejdc.fr/premery-58700/actualites/que-reste-t-il-de-lambiotte-impressionnante-friche-industrielle-en-cours-de-demantelement_12118496/

Figure 34 : p. 90. DR, *photographie d'une friche industrielle laissée sans entretien*, https://nosvillesrecherchesurbaines.wordpress.com/2010/09/23/lille-metropole-la-reconquete-des-friches-industrielles/

Figure 35 : p. 92. S. Manusset, *schéma sur les bienfaits des espaces verts en ville*, 2010, https://vertenville.files.wordpress.com/2014/01/vev_vegetal1.jpg

Figure 36 : p. 94. Echo Républicain, *photographie de la friche industrielle de la Comasec (France) résée en attente d'un projet de logements,* 2014, https://www.lechorepublicain.fr/dreux-28100/actualites/lagglomeration-porte-le-projet-de-reconversion-de-la-friche-industrielle-de-saulnieres_1587810/

Figure 37 : p. 98. DR, *Photographie illustrant l'idée de la phytoremédiation*, https://leshorizons.net/phytoremediation/

Figure 38 : p. 100. DR, *illustration de la recherche scientifique sur la phytoremédiation*, https://www.junia.com/innovation-recherche/laboratoires-de-recherche/laboratoire-lgcge/

Figure 39 : p. 102. Image libre de droit, *concept illustrant la pollution industrielle*, https://www.pourquoidocteur.fr/Articles/Question-d-actu/38926-Degradation-l-environnement-sante-3-Francais-4-inquiets

Figure 40 : p. 104. DR, *pollution d'hydrocarbures dans les sols*, https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/pollution-sols-pollues-petrole-lourd-decontamines-rendus-fertiles-74897/

Figure 41 à 47 : p. 106-110. Illustration de l'auteur, *méthodes de dépollution classique*, https://www.selecdepol.fr/techniques-de-depollution

Figure 48 : p. 112. DR, *dépollution de la zone de l'Union,* https://www.lavoixdunord.fr/133003/article/2017-03-15/les-terres-de-l-union-se-debarrassent-de-leur-histoire-industrielle

Figure 49 à 52 : p. 114-116. ADEME, Bert Valérie, 2017, https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/phytotechnologies-ademe-2013-1463054029.pdf

Figure 53 : p. 118. Illustration de l'auteur, *plantation pour dépolluer les sols avec un mélange d'herbacées à Quebec*, http://www.phytotechno.com/wp-content/uploads/2018/04/fiches-Phytoremediation.pdf

Figure 54 : p. 120. Illustration de l'auteur, Depinoy, Clara. LA VILLE RÉGÉNÉRATIVE *La nature comme remède pour nos villes*. Faculté d'architecture, ingénierie architecturale, urbanisme, Université catholique de Louvain, 2021. Prom. : Lorent, Nicolas. http:// hdl.handle.net/2078.1/thesis:30790

Figure 55 : p. 122. Jacquet Thierry, *Phytorestore*, https:// www.phytorestore.com/

Figure 56 : p. 125. Idem Fig. 55

Figure 57 : p. 126. Antoine Meysonnier, *jardin de pluie*, https://www.ciup.fr/les-jardins-de-pluie-de-la-cite-internationale-universitaire-de-paris/

Figure 58 : p. 126. Val'Hor, *noue paysagère*,https://www.citeverte.com/reussir-son-projet/questions-reponses/detail/comment-amenager-une-noue-paysagere/

Figure 59 : p. 128. Bruel Delmar, *photographie d'Euratechnologie*, https://www.brueldelmar.fr/fr/project/17/ecoquartier-des-rives-de-la-haute-deule-a-lille/

Figure 60 : p. 128. Idem Fig. 60

Figure 61 : p. 132. DR, *illustration de la phytoremédiation*, https://neobab.com/phyto-remediation/

Figure 62 : p. 134. DR, *représentation racinaire des plantes utilisant la phytoremédiation*, https://nouvelles.umontreal.ca/quatre-saisons-dans-un-jardin-de-depollution/

Figure 63 : p. 136. DR, *photographie montrant la nature qui reprend ses droits dans la ville de Pripyat*, https://www.humboldtseeds.net/fr/blog/cannabis-pour-regenerer-sols/

Figure 64 : p. 136. Photo libre de droit, l*a nature plus résiliente que l'homme*, https://lactualite.com/monde/la-nature-de-tchernobyl-se-porte-bien-33-ans-apres-laccident-nucleaire/

Figure 65 : p. 138. DR, *miscanthus broyés pour servir de combustible*, https://mongazonen-rouleau.be/2021/03/02/pourquoi-choisir-le-paillage-en-miscanthus-pour-son-jardin/

Figure 66 : p. 140. DR, *utilisation de la phytoremédiation dans les bassins d'Euratechnologie*, https://www.lavoixdunord.fr/616136/article/2019-07-22/les-belles-balades-de-l-ete-le-tour-des-iles-de-lille

Figure 67 : p. 142. *Représentations en coupe des détails d'une liste de plantes utilisées en phytoextraction en fonction des éléments polluants constatés dans un sol,* Bert, et al., 2009 (Réalisation : Touvron V.)

Figure 68 : p. 144. Mutabilis paysage, *plan du parc du chemin del'île*, https://mutabilis-paysage.com/projet/parc-du-chemin-de-lile/

Figure 69 : p. 144. Photographie de l'auteur

Figure 70 : p. 150. Obras, i*mage de rendu des futurs aménagement de la zone de l'Union*, https://www.obras.fr/projet.php?id=105

Figure 71 : p. 152. Obras, *plan d'aménagement de la zone de l'Union*, https://www.obras.fr/projet.php?id=105

Figure 72 : p. 154. Reichen et Robert associés, *plan de zonage du plan de dépollution de l'Union,* http://www.lunion.org/fileadmin/user_upload/5-RESSOURCES/BDL_union_vue_du_sol_final.pdf

Figure 73 : p. 156. Empreinte paysage, *Plan de la gestion de l'eau,* https://www.empreinte-paysage.fr

Figure 74 : p. 158. Obras, *image de rendu de l'aménagement de l'Union*, https://www.obras.fr/projet.php?id=105

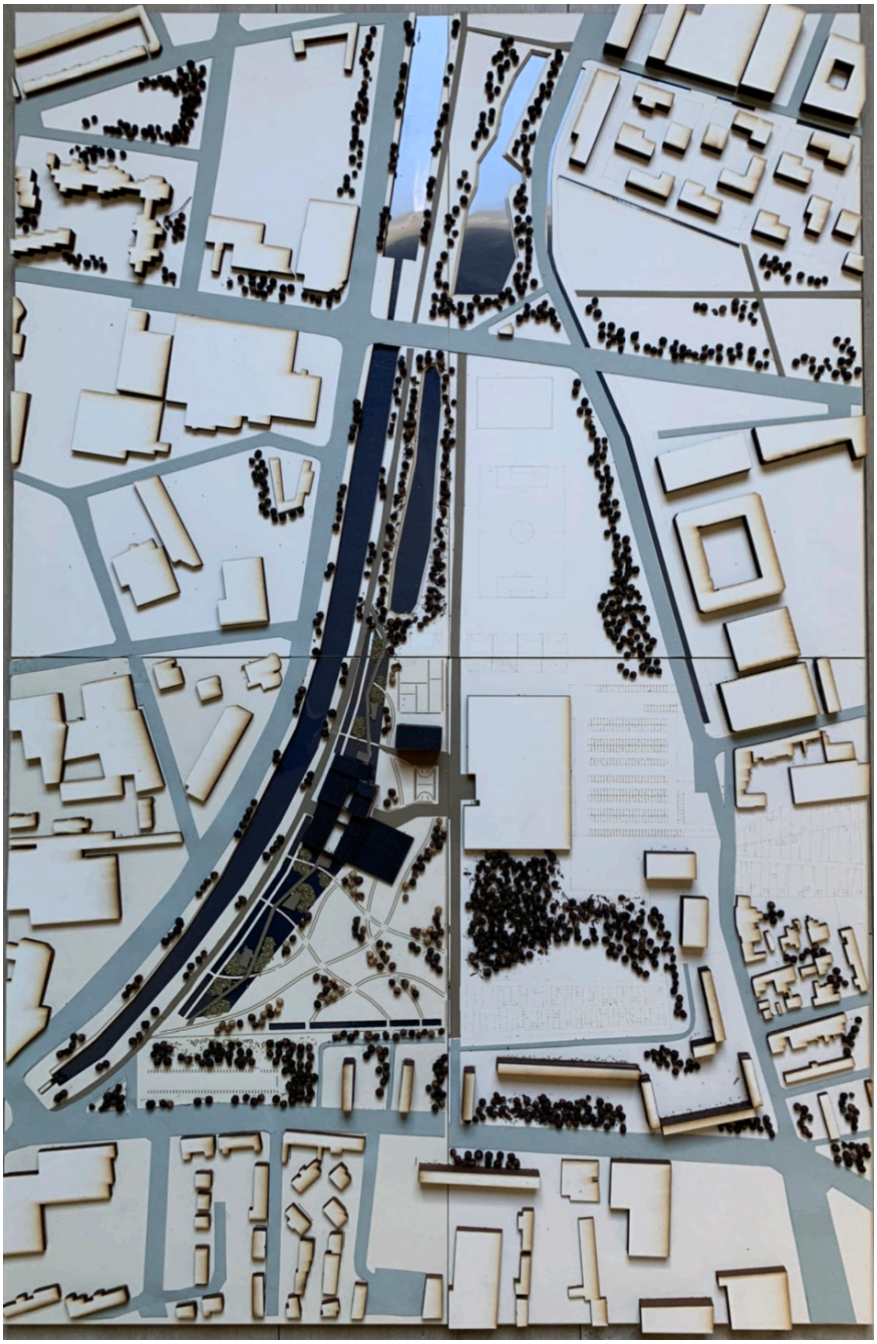
Figure 75 à 87 : illustration de l'auteur

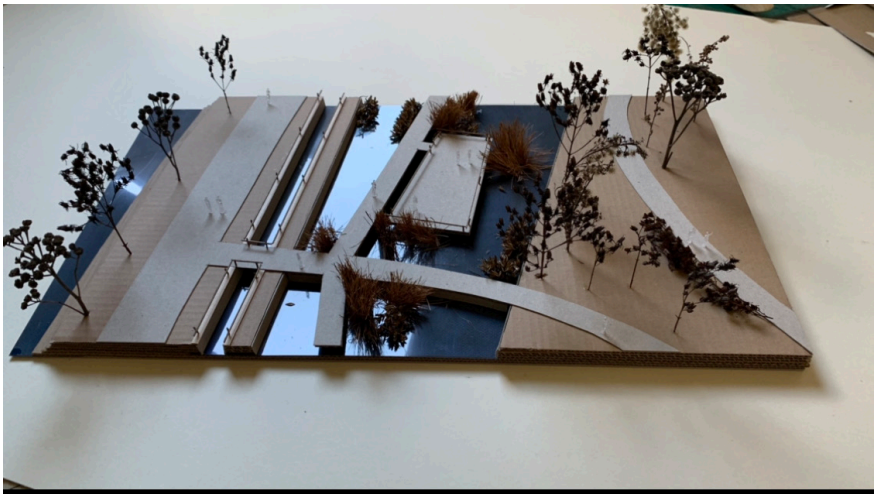
Figure 88 : p. 172. DR, *miscanthus,* http://breuilletnature.blogspot.com/2016/03/le-miscanthus-geant.html

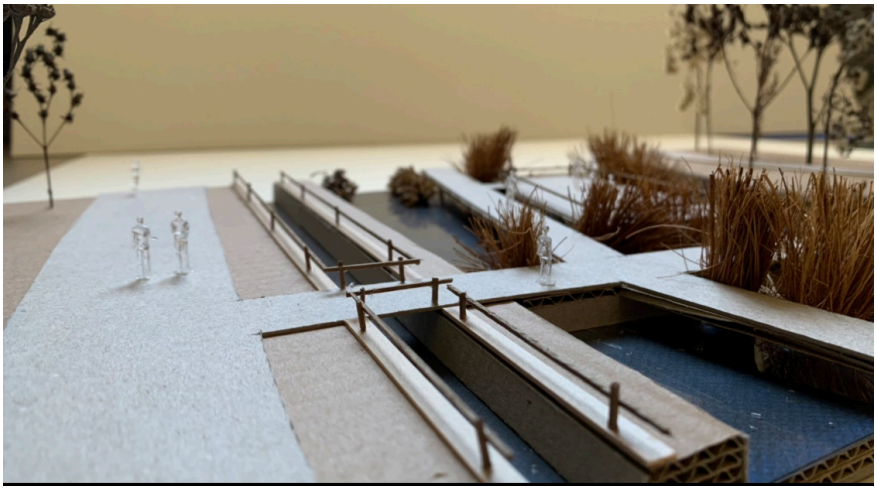
Figure 89 à 94 : DR, i*nventaire des espèces végétales choisies*

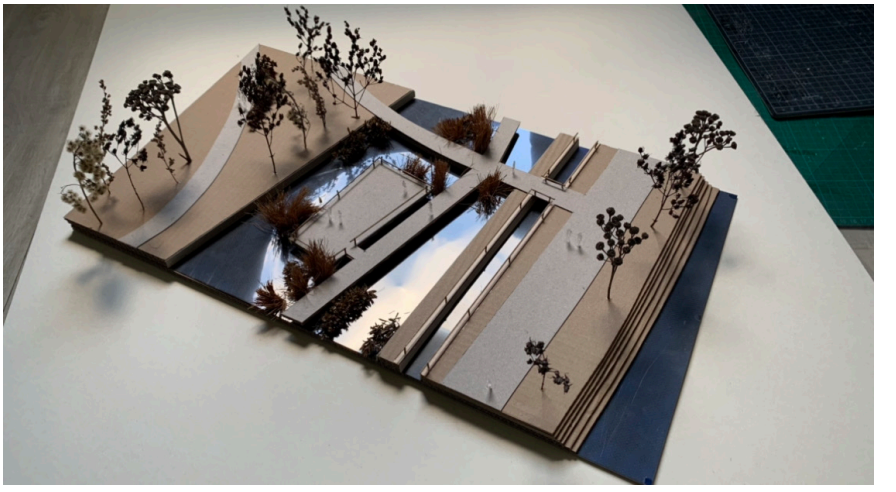
Figure 95 à 123 : p. 176-201. Photographie et illustration de l'auteur.

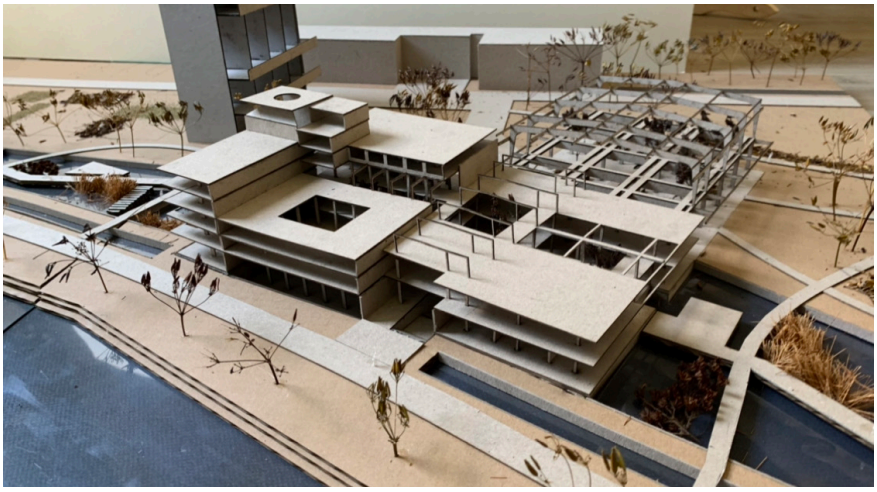
Annexes

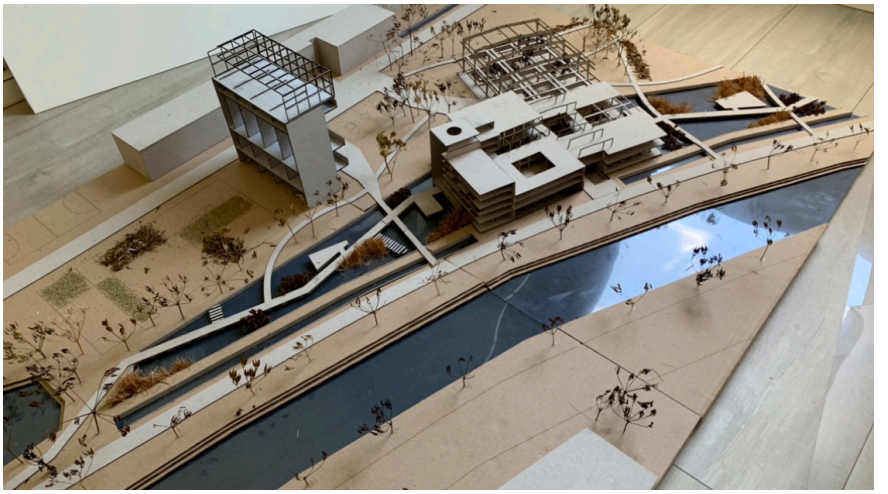












Travail de fin d'études présenté par Victor Chianura,
Année académique 2021-2022