

TFE 2019 [LBARC2200] – LOCI Bruxelles

Titre : Compenser et intensifier la biodiversité d'une friche par le projet d'architecture

Etudiante : DE LONGUEVILLE Juliette

Copromoteur-expert : DE LESTRANGE ROSELYNE

Copromoteur 2 : THIELEMANS Benoît

Copromoteur 3 : VAN MOESEKE Goeffrey

Date de présentation : 18 juin 2019

RÉSUMÉ

Entre 2020 et 2030, un million d'espèces sera menacé d'extinction. Cette crise de la biodiversité que connaît notre XXI^e siècle fragilise tous les écosystèmes et l'équilibre naturel de la planète dont l'humain fait partie. Elle est la conséquence entre autres de la fragmentation des habitats aggravée par l'extension des villes. Le milieu urbain, de plus en plus étendu, voit son impact sur la nature s'amplifier. D'ordinaire minéral, il l'appauvrit en morcelant les habitats colonisés par la faune et la flore. Une protection de la biodiversité s'organise à différentes échelles : du territoire au bâtiment. Localement, un édifice peut être un réel refuge pour la végétation et les animaux.

Ce TFE explore les moyens mis à disposition des architectes pour allier densification urbaine et biologique. Ces moyens concernent tant la conception que la construction et l'aménagement.

L'objectif consiste à proposer un projet d'architecture porteur de biodiversité qui intensifie la richesse naturelle d'un site existant, en se focalisant sur la réhabilitation d'une friche urbaine, lieu de refuge naturel et de potentielle construction.

MOTS-CLEFS

Biodiversité, écosystème urbain, paysage, faune, flore, friche urbaine.

**COMPENSER ET INTENSIFIER
LA BIODIVERSITÉ D'UNE FRICHE
PAR LE PROJET D'ARCHITECTURE**

Juliette De Longueville

Travail de Fin d'Études EN et SUR l'Architecture

Auteur

Juliette De Longueville

Expert

Roselyne de Lestrangé

Promoteurs

Benoit Thielemans

Goeffrey Van Moeseke

Remerciements

À Roselyne de Lestrangle, promotrice experte de ce mémoire, pour ses précieux conseils.

À Benoît Thielemans et Goeffrey Van Moeseke, professeurs de l'atelier de recherche Utopies réalisables, pour leur aide durant toutes les recherches quant à la partie EN et SUR du travail de fin d'études.

À Anna-Dévi Moser et Anne-Sophie Dambremé, pour leur collaboration sur le site de l'îlot Shell.

À Martine Wauters, membre du groupe de travail Martinets, pour son partage sur l'avifaune bruxelloise.

À Fabienne Remience et Renée Raymaekers, pour leur relecture.

Et à ma famille et mes proches, pour leur soutien.

Sommaire

7 Introduction

PARTIE I

- 11 Nature en ville
 - Biodiversité urbaine
 - Enjeux d'une nature en ville

- 25 Outils d'évaluation de la biodiversité
 - Outils interdisciplinaires
 - CBS
 - CBS+
 - Écopotential
 - Services écosystémiques
 - Services du paysage
 - Outil disciplinaire
 - Outil spécialisé des professionnels de l'écologie

- 49 Dispositifs de densification biologique
 - Habitat analogue
 - Infrastructures vertes
 - Dispositifs de végétalisation
 - Aménagements en pleine terre
 - Façades végétalisées
 - Toitures végétalisées
 - Dispositifs à destination de la faune
 - Sur les bâtiments
 - Hors des bâtiments
 - Utilisation parcimonieuse et raisonnée du sol
 - Recommandations sur chantier
 - Gestion différenciée

Sommaire

PARTIE II

107	Etude de cas : l'îlot Shell
	Existant
	Contexte
	Carrefour de Cureghem
	Historique de l'îlot
	Biodiversité
	Approche urbanistique
	CRU Gare de l'Ouest
	PPAS Biestebroek
	Marina
	Approche sensible
	Perçu
	Vécu
	Approche écologique
	Plan Régional Nature
	Maillage vert et bleu
	Canal, corridor écologique
	Park System
	Eléments de continuité
	Proposition d'évaluation de la biodiversité
	Proposition : l'îlot des Roseaux
	Programmation bâtie et non-bâtie
	Proposition bâtie
	Proposition non-bâtie
	Proposition d'évaluation de la biodiversité
205	Conclusion
209	Annexe
217	Table des illustrations
223	Bibliographie



1) São Paulo, Iwan Baan, 2012.

INTRODUCTION

Un million... c'est le nombre d'espèces menacées d'extinction dans les prochaines décennies. Soit un taux dix voire cent fois plus élevé que celui des dix derniers millions d'années, et ce taux s'accélère. Ces chiffres alarmants sont les résultats du rapport d'évaluation mondiale de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) donnés ce 6 mai 2019.

Pour causes de cette extinction de masse, les changements d'usage des terres et de la mer, l'exploitation directe de certains organismes, le changement climatique, la pollution et les espèces exotiques envahissantes. Actuellement 75% du milieu terrestre et 66% du milieu marin sont sévèrement altérés par l'activité humaine.

Tous ces facteurs sont majoritairement engendrés par une surexploitation et une surconsommation humaine des ressources naturelles et minérales. Cette surexploitation prend la forme d'une agriculture intensive (augmentation de 300% de la production agricole depuis 1970), d'une déforestation (100 millions d'hectares de forêts tropicales perdus entre 1980 et 2000), d'une perte de zones humides (87% perdues entre le 18^e siècle et 2000) et d'une expansion urbaine (zones urbaines doublées depuis 1992).

La perte de la biodiversité menace tous les écosystèmes et l'équilibre naturel de la planète dont l'humain fait partie.

Malgré les progrès réalisés et les politiques en faveur de la nature, les trajectoires actuelles n'offrent pas un avenir durable pour la planète. Des "changements transformateurs" peuvent encore être mis en place pour conserver et restaurer la nature. Cela doit passer par des actions menées à tous les niveaux, du local au mondial.

La croissance démographique a provoqué et provoque toujours encore l'expansion des villes. Depuis les années 70, la population mondiale est passée de 3,7 à 7,6 milliards d'habitants et une augmentation jusqu'à 9,6 milliards est encore à prévoir pour 2050.¹ Le milieu urbain

¹ IPBES, *Rapport d'évaluation mondiale sur la biodiversité et les services écosystémiques*, 2019.

de plus en plus étendu a par conséquent beaucoup plus d'impacts sur la nature. Il l'appauvrit en fragmentant les habitats colonisés par la faune et la flore. Les villes ont un rôle considérable dans la préservation de la diversité biologique et doivent faire preuve de résilience pour établir une harmonie avec celle-ci. L'architecte, à son échelle, peut contribuer à ce mouvement en concevant des bâtiments fonctionnant en symbiose avec la nature.

Dans ce sens, ce mémoire étudie comment une architecture peut être porteuse de biodiversité et comment un projet d'architecture peut intensifier la richesse naturelle d'un site existant en se focalisant sur la réhabilitation des friches urbaines.

Pour ce faire une première partie identifie la nature en ville en étudiant les rapports entre elle et l'homme au cours de l'Histoire, en analysant la complexité et la richesse de la biodiversité urbaine et en développant les bénéfices qu'elle procure à l'homme et à la planète.

Dans un second temps, en vue de prendre en considération la faune et la flore dans la conception d'un projet d'architecture, une série d'outils d'évaluation de la biodiversité est énoncée. Le but de ces derniers est de pouvoir objectiver la valeur de la variété biologique présente avant et après la construction/rénovation d'un projet en quantité et en qualité.

La fin de cette première partie est consacrée à un état de l'art des dispositifs mis en place pour concevoir une architecture porteuse de vies animales, végétales et humaines.

Un chapitre concernant les friches, leurs potentiels, intérêts, contradictions en tant que réserves naturelles et terrains à bâtir rares en ville conclut cette première partie et introduit la seconde portant sur l'étude de cas de l'îlot Shell, friche située à Anderlecht en Région de Bruxelles-Capitale.

Cette étude de cas met en application, de manière concrète, les outils et dispositifs analysés dans la partie précédente et permet de déterminer si un site peut être plus riche biologiquement grâce au projet d'architecture que s'il avait été laissé en état de friche.

PARTIE I

NATURE EN VILLE

L'homme a de tous temps lié une relation particulière avec la nature. Cette relation initialement forte s'est dégradée au cours de l'Histoire pour arriver à un stade où il exclut la nature de son mode de vie jusqu'à la détruire, entraînant ainsi une série de phénomènes irréversibles, comme par exemple le changement climatique, la pollution de l'air, de l'eau et des sols, la désertification, la déforestation, etc. L'homme est arrivé à un tournant écologique majeur où la biodiversité est en crise. L'extinction de celle-ci conduira irrémédiablement à l'extinction de l'humanité.

La notion de nature est complexe. Elle est définie comme *l'ensemble de la réalité matérielle considérée comme indépendante de l'activité et de l'histoire humaine*.²

Gilles Clément, un jardinier reconnu de notre époque, désigne la nature comme un *ensemble vivant incluant sans distinction l'humanité, les plantes et les animaux, mais aussi les roches, les vents, l'eau, les mécanismes ordinaires de la planète regardée elle-même comme un être vivant*.³

Depuis son apparition il y a 200 000 ans, l'homme dépend de la nature pour survivre. A l'origine de l'humanité, la Terre seule procure un habitat et de la nourriture à l'homme. Ils entretiennent une relation forte où la nature est une force puissante et divine supérieure à l'homme qui lui doit son existence.

Vers 3 000 ans avant Jésus-Christ, l'homme commence à se sédentariser passant de chasseur-cueilleur à agriculteur-éleveur. Il se fixe en un lieu et y développe l'agriculture et l'élevage d'animaux. Ce nouveau mode de vie l'éloigne du monde naturel et sauvage. Sa relation avec la nature change. L'homme domestique et maîtrise la nature, passant d'une relation de soumission et d'intégration, à une relation de domination et d'exploitation inversant alors les rôles.

² CNRTL, 2017.

³ CLEMENT, *Une brève histoire des jardins*, 2012

Ce nouveau lien place l'homme au-dessus de la nature et marque le début d'une vision anthropocentrique.

La nature change de signification. Elle, qui était source de nourritures et de matériaux, devient synonyme de luxe, de richesse et de bien-être. La nature est domestiquée et façonnée pour sa beauté et non plus pour ses ressources. L'homme rejette tout aspect sauvage de la végétation, considérant cela comme barbare et primitif.

La nature n'est plus divinisée mais est une source d'inspiration pour les penseurs et les peintres.

Depuis le début de l'urbanisation, la nature est présente en ville mais essentiellement sous forme de jardins et de parcs privés appartenant à la classe dominante.

L'espace public se végétalise à partir du XVII^e et XVIII^e siècle mais pour une visée purement ornementale représentative du courant romantique.

Au XIX^e siècle, la relation entre la nature et l'homme évolue encore. L'homme prend conscience des bienfaits de la nature en ville et commence à développer l'écologie urbaine.

Le mot *écologie* vient du grec *οἶκος* (maison, habitat) et *λόγος* (discours) et signifie science de l'habitat. Le concept apparaît en 1866 avec le biologiste Ernst Haeckel. Il la définit comme *l'étude des interactions des êtres vivants entre eux et avec leur milieu*.⁴

Ce XIX^e siècle est marqué par la révolution industrielle qui transforme les villes en tissus urbains denses, sombres, pollués et insalubres. Les espaces verts publics sont une solution hygiénique face aux problèmes environnementaux et à la mauvaise santé publique. La végétation apparaît comme un moyen récréatif et esthétique pour améliorer et valoriser le cadre de vie urbain en créant des respirations dans la densité de la ville et en assainissant l'air et les eaux polluées des industries et des habitations. La nature devient un outil de planification urbaine au service de l'homme.

⁴ REYGROBOLLET, *La nature dans la ville : Biodiversité et urbanisme*, 2007

Vers le milieu du XX^e siècle, l'homme veut retrouver la relation originelle qu'il entretenait avec la nature.

La notion d'écologie se développe davantage et vient changer à nouveau la relation entre l'homme et la nature. L'humain étudie et objective la nature. Il en comprend sa complexité et sa fragilité. Il admet qu'il ne domine pas la nature mais qu'il coexiste avec elle. L'humanité ne se distingue pas de celle-ci vu qu'elle fait partie intégrante de la nature.

Dans les années 70, une partie de la population comprend la vulnérabilité de la nature entraînant une prise de conscience écologiste. La nature n'est plus perçue comme un objet à disposition de l'homme mais comme un système complexe porteur de vie dont l'humain fait partie.

C'est aussi à cette période qu'apparaît la notion d'*environnement*. Ce terme va dans le sens de cette prise de conscience et signifie : ce qui entoure les êtres humains. Cette définition appuie la pensée d'une humanité intégrée dans le système de la nature.

L'homme se rend compte des conséquences irréversibles de la surexploitation des ressources naturelles. Ces dernières étant le réchauffement climatique, la pollution de l'eau, de l'air et des sols, l'extinctions d'espèces sauvages, la déforestation, la désertification, etc. L'homme prend conscience que la Terre est finie et limitée alors qu'à l'époque industrielle, il la considérait comme un gisement de ressources, inépuisables et illimitées.

Suite à cette nouvelle vision à long terme, qui prend en considération la disponibilité des ressources naturelles et leur renouvellement, une nouvelle notion apparaît : le développement durable. Il a fait son apparition lors de la première commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU en 1987 et est défini comme *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre à leurs propres besoins*.⁵

Suite à cette prise de conscience, la nature est devenue une préoccupation écologique majeure entraînant inévitablement des enjeux économiques, politiques et sociaux. Face à cette préoccupation écologique, deux approches sont opposées.

⁵ Rapport Brundtland, 1987

Il y a d'un côté une écologie anthropocentrique et de l'autre côté une écologie biocentrique.

L'anthropocentrisme est un mode de penser qui place l'humain au centre de l'univers et qui le considère comme l'entité la plus significative. Toute réalité est appréhendée à travers la seule perspective humaine. L'humain est pris comme mètre-étalon à la base de toute mesure de chose ou de phénomène.

Le précurseur de cette conception est le philosophe Aristote.

L'écologie anthropocentrique propose de solutions durables pour le bien-être de l'homme. L'enjeu des dispositifs mis en place est au bénéfice de l'homme et parfois par extension à d'autres espèces vivantes, mais ce n'est qu'une conséquence involontaire. La nature est vue comme une source d'abondance et de bienfaits à destination des hommes.

Par opposition, le biocentrisme est une conception philosophique qui attribue à la nature le rôle principal sur Terre et qui considère l'homme comme un simple maillon sans position hiérarchique par rapport aux autres espèces vivantes.

Toute forme de vie humaine et non-humaine a une valeur intrinsèque indépendante de toute utilité pour l'homme.

Le philosophe norvégien Arne Naess est un des fondateurs et représentants de ce mode de pensée. Il crée en 1972, le terme *deep ecology*. L'écologie profonde est un mouvement scientifique, philosophique, spirituel et social qui a pour objectif de rendre viable et soutenable la culture humaine afin de cohabiter en symbiose avec toutes les autres espèces terrestres.

Ce mouvement pointe les comportements destructeurs de l'être humain, à savoir, le matérialisme, le mécanisme, le réductionnisme, l'anthropocentrisme et le désir de domination et d'exploitation. L'écologie profonde est radicalement pluraliste et invite au questionnement et au changement de la relation que l'homme partage avec le monde naturel dans le but de s'adapter et de survivre sur Terre. Alors que certains autres mouvements écologiques ne se concentrent qu'aux effets de la pollution, l'écologie profonde remet en question le fondement même

du mode de production de la société humaine à l'origine de tant de dégâts environnementaux.⁶

Ce mouvement à l'extrême peut aller jusqu'à détruire ou nuire au milieu anthropisé, à son système et à son évolution pour protéger la nature.

Ce travail de fin d'étude ne prend pas un parti radical dans ce débat. Il s'inscrit dans la pensée anthropo-biocentrique de Magnaghi et dans la posture de l'écologie humaniste de Gilles Clément.

L'anthropo-biocentrisme croit et veut établir une compatibilité entre l'évolution du milieu naturel et l'établissement humain, de même que l'écologie humaniste qui veut *prendre soin de la nature pour le bien de l'Homme, placé dans – et non au-dessus ou contre - les préoccupations environnementales.*⁷

*Faire le plus possible avec, le moins possible contre.*⁸ (Gilles Clément)

⁶ NAESS, *Ecology, community and lifestyle*, 2008

⁷ DE LESTRANGE, *Le paysage comme matrice de la fabrique du territoire : Buenos Aires Genève Bruxelles Transposition(s)*, 2016.

⁸ CLÉMENT, *Une école buissonnière*, 1997.



(2) Nature en ville, D. R. Hille.

BIODIVERSITÉ URBAINE

La ville est le lieu des hommes par excellence. Elle était, originellement, le refuge face aux barbares et à la vie sauvage. Mais, au fil de l'histoire, la nature a peu à peu été introduite dans les cités et un écosystème particulier s'y est progressivement développé avec sa propre faune et flore. Cet écosystème est en réalité un complexe de plusieurs sous-écosystèmes.

Avant de développer ce qu'est la biodiversité urbaine, il est important de définir les notions d'écosystème et de biodiversité pour a posteriori présenter l'écologie du paysage.

Un écosystème est un *système composé des relations entre les différentes espèces (faune et flore) qui vivent dans un milieu donné (habitat) et des interactions entre ces espèces et leur milieu.*⁹

La biodiversité désigne *la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie : cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes.*¹⁰

Les parcs et jardins des villes se sont radicalement modifiés en comparaison avec les espaces naturels d'origine mais cette partie vivante du milieu urbain peut être améliorée en adoptant les meilleurs principes de la biologie environnementale.

Richard T. T. Forman et d'autres scientifiques de l'écologie posent cette réflexion : *Étant donné que l'humanité est maintenant responsable de la plus grande partie de la surface terrestre, quelles conceptions du paysage terrestre sont les meilleures pour le reste de la vie et donc pour nous ?*¹¹

La réponse ne peut plus être uniquement une intuition esthétique ou économique mais doit venir d'une science qui place le monde du vivant dans un ensemble plus vaste.

⁹ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015

¹⁰ E. WILSON, 1986

¹¹ FORMAN, *Land Mosaics : The ecology of landscapes and regions*, 1995

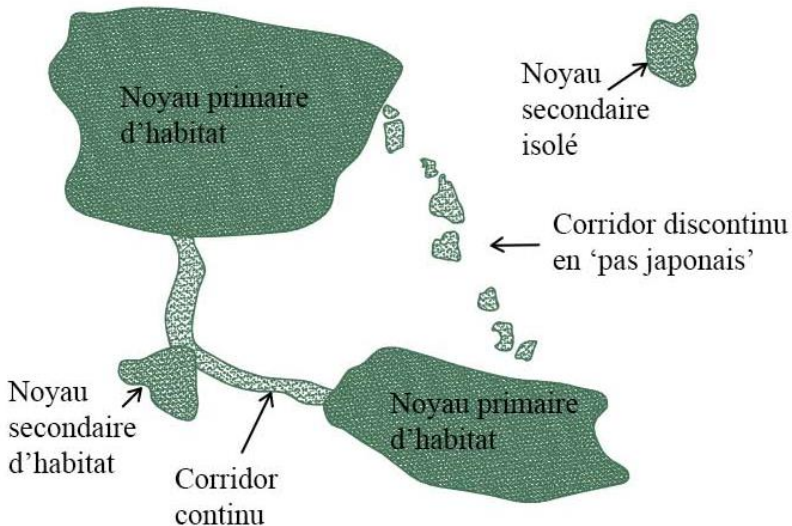
Cette science est l'écologie du paysage. Carl Troll est le premier à développer la *Landschaftökologie* en 1930. Il combine les dynamiques géographiques et l'écologie.

Richard T.T. Forman définit l'écologie comme l'étude des interactions entre les organismes et leur environnement et le paysage comme une mosaïque étendue sur plusieurs kilomètres dans lequel des écosystèmes locaux se répètent.

L'enjeu de cette science est de créer une symbiose entre les espèces et ce en comprenant l'homme. Il faut pour cela étudier leurs conditions de coexistence et leur organisation. Le résultat de ces études se traduit par une planification de l'usage des sols.

L'écologie du paysage se concentre sur trois caractéristiques : la structure, la fonctionnalité et le changement.

Comme défini par Richard T.T. Forman, le paysage est une mosaïque constituée de plusieurs éléments : la matrice, les corridors et les taches/patches.



(3) Mosaïque paysagère, illustration de l'auteur basée sur l'illustration de P. Clergeau.

La matrice constitue le fond de la mosaïque territoriale. Elle est l'élément qui couvre la plus grande superficie et qui a un rôle primordial dans sa mosaïque paysagère.

Les taches sont des aires homogènes relativement larges qui se distinguent dans le territoire.

Les corridors sont les connections linéaires qui relient les taches entre elles.

Dans le domaine de l'écologie du paysage, l'échelle spatiale est un outil dynamique important. Elle fonctionne suivant deux paramètres variables : le grain qui est l'élément de la plus petite taille observé et l'extension qui est la surface d'observation. Quand le grain varie, l'extension est constante et inversement.

La mosaïque est composée de plusieurs écosystèmes traversés par différentes espèces, énergies et matières.

Ce flux dynamique est conditionné par la surface, la forme, le nombre et la disposition des éléments.

La mosaïque se caractérise par sa configuration, sa connectivité, sa couverture, sa fragmentation et son hétérogénéité.

La configuration est la manière dont les éléments sont organisés entre eux dans l'espace.

La connectivité représente les continuités spatiales ou fonctionnelles potentielles entre des éléments de la mosaïque paysagère.

La couverture désigne l'intensité de présence d'une variété paysagère dans une unité paysagère.

La fragmentation représente la séparation d'un habitat le réduisant à des surfaces atrophiées déconnectées entre elles.

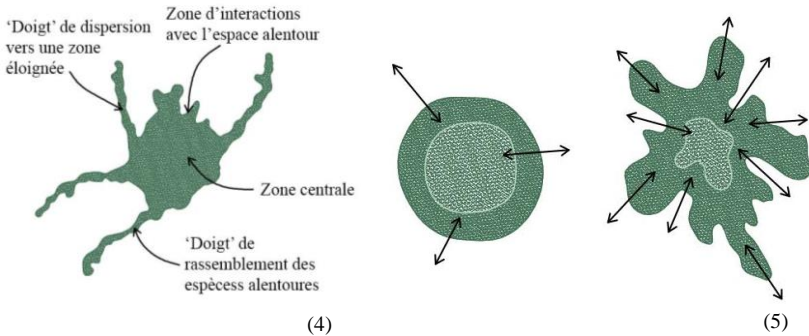
L'hétérogénéité spécifie la non-uniformité des éléments et des types paysagers.

Une forme de tache complexe permettra plus d'interaction positive ou négative avec son environnement qu'une tache de forme plus élémentaire. Certaines espèces seront mieux adaptées à ces échanges que d'autres qui ont besoin d'un habitat plus spécifique, isolé et protégé.

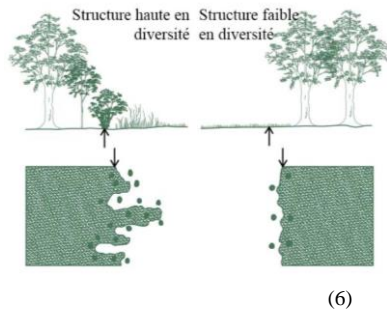
C'est généralement ce deuxième type d'espèces qui est le plus menacé.

Une tache est écologiquement optimale lorsqu'elle se compose d'un centre de taille suffisamment conséquente que pour protéger ses ressources, de bords curvilignes pour permettre une certaine porosité et des "doigts" pour assurer le flux des espèces.

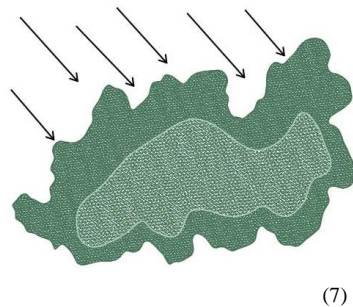
Les schémas qui illustrent les principes de l'écologie urbaine sont des illustrations de l'auteur basées sur les illustrations de R. T. T. Forman.



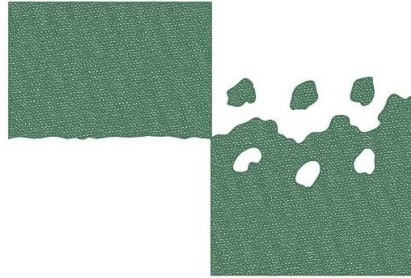
Les bords d'une tache peuvent prendre une certaine épaisseur. Ces transitions comme par exemple la lisière d'une forêt se différencient de l'intérieur de la tache par leurs structures verticales, leurs diversités d'espèces habitantes et leurs conditions environnementales.



Un bord peut voir son épaisseur varier. Cette épaisseur dépend des conditions environnementales et sera plus importante dans les parties exposées aux vents dominants ou aux rayons du soleil.

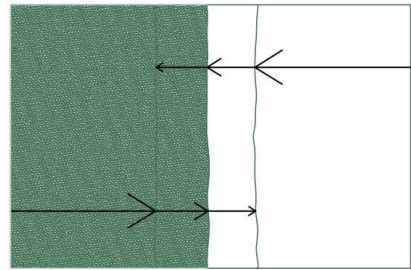


Un bord sera plus bénéfique écologiquement s'il est doux et curviligne et s'il présente des petites taches de transition entre deux milieux différents. Cette configuration permet entre autres de réduire l'érosion du sol et de permettre à une plus grande diversité biologique d'y vivre.



(8)

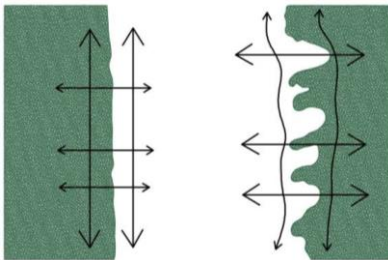
Les bords ont un effet de filtre qui tempère l'influence de l'environnement extérieur sur la tache.



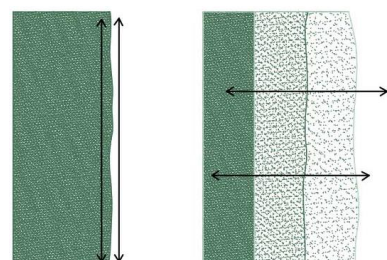
(9)

Un bord rectiligne amène les espèces à se déplacer le long de sa limite alors qu'un bord curviligne privilégie une traversée des espèces. De même qu'un bord abrupt crée des flux de lisières distincts entre l'intérieur et l'extérieur de la tache, alors qu'un bord poreux favorise un flux entre l'intérieur et l'extérieur.

Dans un milieu naturel, la plupart des bords sont complexes, enchevêtrés et courbes alors que dans un milieu artificiel, l'homme a tendance à créer des bords simples, abrupts et rectilignes.



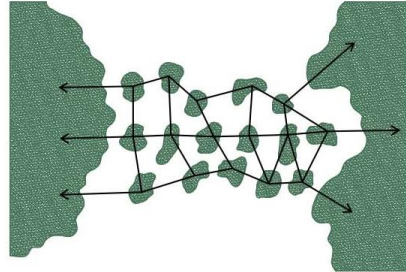
(10)



(11)

Les corridors sont des conducteurs de diversité et de dispersion des différents éléments de la mosaïque paysagère. Ils jouent un rôle de barrière et de filtre. En plus de permettre le déplacement des espèces, ils sont aussi des lieux d'habitat pour les biotopes. Ils permettent le développement d'effets biotiques dans les matrices avoisinantes et les accueillent en retour.

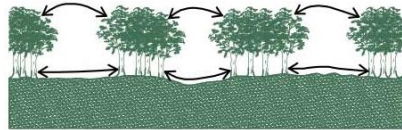
Ces corridors permettent de lutter contre l'isolement des taches néfastes à la diversité biologique. Un corridor est optimal quand les espèces peuvent choisir plusieurs parcours pour se déplacer tout en gardant la direction générale.



(12)

Les espèces qui s'orientent visuellement (comme les oiseaux) se déplaceront plus facilement si elles peuvent apercevoir les échelons successifs.

De même qu'un système de végétation similaire entre les corridors et les taches permettra une meilleure connectivité du réseau.^{12 13}



(13)

¹² DE LESTRANGE, *Morphologie urbaine et analyse des paysages*, 2018

¹³ FORMAN, *Land Mosaics : The ecology of landscapes and regions*, 1995

La ville est un habitat essentiellement minéral, mais elle abrite également des espaces verts et des zones humides variés. Cette alliance du minéral et du végétal en fait un milieu spécifique attractif pour nombre d'espèces.

De nombreuses espèces se sont adaptées à ce milieu urbain et certaines en ont fait leur lieu de vie exclusif.

La faune et la flore se sont immiscées à peu près partout en ville. Cette biodiversité peut être visible comme les oiseaux et les arbres ou se présenter sous des formes plus petites tels les micro-organismes.

Les espaces en pleine terre gérés le plus écologiquement (sans pesticides, favorisant une faune et une flore indigène, avec un entretien minimale...) permettent le développement d'une grande diversité biologique.

Ces espaces à caractère naturel prennent la forme de parcs et jardins publics et privés, de cimetières, de friches, de talus de voies ferrées, de bords de routes, de espaces délaissés, et d'abords de points d'eau.

Les sites les plus propices à l'accueil de la biodiversité sont les espaces laissés sauvages dans lesquels coexistent la strate muscinale (mousses et lierres rampants), la strate herbacée (grandes herbes et petites plantes annuelles), la strate arbustive (buissons et plantes vivaces) et la strate arborescente (variétés de grands arbres).

Certaines espèces se développent spontanément dans des endroits plus incongrus à première vue inappropriés à la nature comme des toitures, des murs, des bâtiments désaffectés. Les premières espèces qui colonisent ce genre de milieu sont la plupart du temps des espèces trop petites et obscures pour que l'homme y fasse attention (insectes, champignons, bactéries). Elles arrivent, pénètrent, dominent, et ensuite disparaissent après quelques années pour laisser la place à des espèces plus valorisées comme les arbres et les oiseaux. Ces espèces pionnières qui peuvent survivre dans ces habitats fragmentés vont déterminer la santé et la beauté du milieu urbain.

ENJEUX D'UNE NATURE EN VILLE

Est-il nécessaire d'argumenter par des enjeux pour supporter la nature en ville ? Comme le prône le mouvement de *deep ecology*, la nature ne se suffirait-elle pas à elle-même pour avoir le droit d'exister ?

Dans cette époque contemporaine où tout doit être monétisé, quantifié, expertisé, justifié, ... une série de services offerts par la nature dont l'homme bénéficie a été érigée.

Ces services sont appelés *services écosystémiques*. Ils sont indispensables au fonctionnement de la planète et de l'homme. La crise actuelle de la biodiversité dérègle les écosystèmes et peut potentiellement provoquer la disparition de ces services qui menace directement l'habitabilité des villes et à terme l'espèce humaine.

Les services écosystémiques permettent de résoudre et d'atténuer bon nombre de problèmes actuels présents dans les villes qui ne cessent de s'agrandir tel que la pollution, les îlots de chaleur, les inondations, ... Ils permettent de les rendre viables. Ces services, appelés aussi *services écologiques*, seront approfondis dans un chapitre ultérieur (cf. services écosystémiques).

Ils contribuent au bien-être humain. C'est le principe de la biophilie. John J. J. Pigram a suggéré en 1993 que l'humain était génétiquement prédisposé à répondre positivement à un environnement naturel. Les services écosystémiques sont en fait plus des dépendances pour la survie de la planète que des faveurs de la nature faite à l'homme. La protection de la biodiversité urbaine est donc par-dessus tout nécessaire et urgente dans ce tournant écologique que connaît ce XXI^e siècle.

Plusieurs pistes d'action à des échelles différentes sont possibles pour préserver cette richesse biologique urbaine. Des infrastructures vertes peuvent être mises en place au niveau du territoire pour contrer la fragmentation des habitats. Plus localement, un bâtiment et ses aménagements peuvent participer à la maille paysagère s'ils sont pensés comme des supports pour la végétation et les animaux. C'est sur cette échelle que ce mémoire va essentiellement s'orienter.

OUTILS D'ÉVALUATION DE LA BIODIVERSITÉ

Une évaluation de la biodiversité d'un lieu permet de donner une valeur, bien que potentielle, à un site ou à un projet architectural. Elle sert d'une part, à poser un diagnostic initial sur le site à construire ou à rénover, et d'autre part, à orienter la conception en vue d'avoir une intensité de végétation globale et importante après la réalisation du projet.

Pour évaluer la biodiversité potentielle d'un site, il faut dans un premier temps identifier les espèces présentes et dans un deuxième temps étudier leurs interrelations.

Il est extrêmement complexe de distinguer toutes les espèces, étant donné la multitude d'échelles touchée par la biodiversité.

Plus d'une dizaine de milliers d'espèces peut se côtoyer dans un seul habitat selon sa taille, sa nature, sa configuration et sa connexion.

Pour faire une estimation, les scientifiques spécialisés en écologie déduisent la présence de certaines espèces par l'existence d'autres éléments.

Comprendre toutes les relations entre les espèces est aussi une mission ardue. C'est pour cette raison que les écologues analysent ces interrelations via l'étude des particularités caractéristiques aux espèces. Ils étudient une caractéristique particulière et en concluent des groupes fonctionnels dont ils vérifient ensuite la cohérence. Par exemple, si la caractéristique étudiée est l'alimentation, ils établissent des groupes fonctionnels et contrôlent si la chaîne alimentaire est rationnelle et comporte des décomposeurs, des producteurs, des consommateurs et des prédateurs. C'est ainsi que la présence de prédateurs spécifiques justifie celle de leurs proies.

Afin de simplifier ce processus d'évaluation, plusieurs outils de calcul ont été mis en place se basant sur des statistiques et des structures paysagères.

Les résultats obtenus ne sont qu'une estimation au vu de la complexité de la biodiversité. Ils doivent de ce fait être considérés avec un certain recul.

OUTILS INTERDISCIPLINAIRES

Dans l'absolu, un écologue devrait analyser le site de tout projet urbain. A défaut, des outils simples d'évaluation de la biodiversité ont été mis en place pour permettre aux concepteurs et autorités publiques non qualifiés en écologie d'inclure quelques principes permettant de favoriser la biodiversité dans leurs projets.


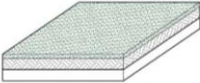
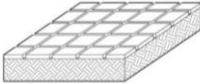
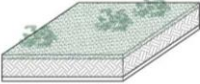
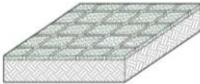

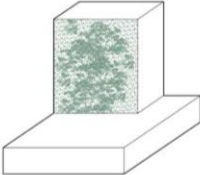
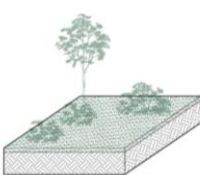
CBS

Le Coefficient de Biotope par Surface est un outil d'évaluation du potentiel de développement de la biodiversité d'un site conçu pour être abordable par des non-professionnels de l'écologie tout en restant basé sur des concepts scientifiques de l'écologie urbaine.

Ce coefficient désigne la part de la surface consacrée à la nature (surface végétale et/ou favorable aux espèces locales) dans la surface totale d'une parcelle aménagée ou à aménager. Il a une dimension écologique et foncière. Il permet de fixer une obligation de préservation ou de création de surfaces non imperméabilisées.

Le CBS a été développé en 1998 par l'administration du Sénat de la ville de Berlin pour favoriser l'intégration de la biodiversité dans son développement urbain.

$$\text{CBS} = \frac{\sum \text{Type de surface} * \text{facteur de pondération}}{\text{Surface totale de la parcelle}}$$

			
SURFACE IMPERMÉABLE	0	SURFACE AVEC VÉGÉTATION SUR COUCHE DE SUBSTRAT FINE	0,5
			
SURFACE PARTIELLEMENT IMPERMÉABLE	0,3	SURFACE AVEC VÉGÉTATION SUR COUCHE DE SUBSTRAT ÉPAISSE	0,7
			
SURFACE SEMI-OUVERTE	0,5	SURFACE AVEC VÉGÉTATION EN PLEINE TERRE	0,8
			
SURFACE DE FAÇADE VERTE	0,4	SURFACE AVEC VÉGÉTATION VARIÉE EN PLEINE TERRE	1

(14) Illustration du CBS, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.

TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PONDÉRATION
Surface imperméable	0
Surface partiellement imperméable	0,3
Surface semi-ouverte	0,5
Surface avec végétation sur couche de substrat fine	0,5
Surface avec végétation sur couche de substrat épaisse	0,7
Surface avec végétation en pleine terre	0,8
Surface avec végétation variée en pleine terre	1
Surface de façade verte	0,4

(15) Tableau de l'outil CBS, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.

Au plus le coefficient se rapproche de 1, au plus le projet est porteur potentiel de biodiversité. Un coefficient de 0,3 est jugé bon et s'il s'élève jusqu'à 0,5 il est jugé très bon. Il est intéressant de comparer les résultats avant la réalisation d'un projet et après sa construction.

	Emprise au sol	CBS recommandé	
		Bâtiment existant Rénovation	Nouvelles constructions
Habitations	< 0,37	0,60	0,60
	0,37 à 0,50	0,45	0,60
	> 0,50	0,30	0,60
Commerces Bureaux Administrations		0,30	0,30
Industries (ou mixtes)		0,30	0,30

(16) Tableau des valeurs du CBS recommandé, production de l'auteur sur base du Guide du bâtiment durable, 2019.

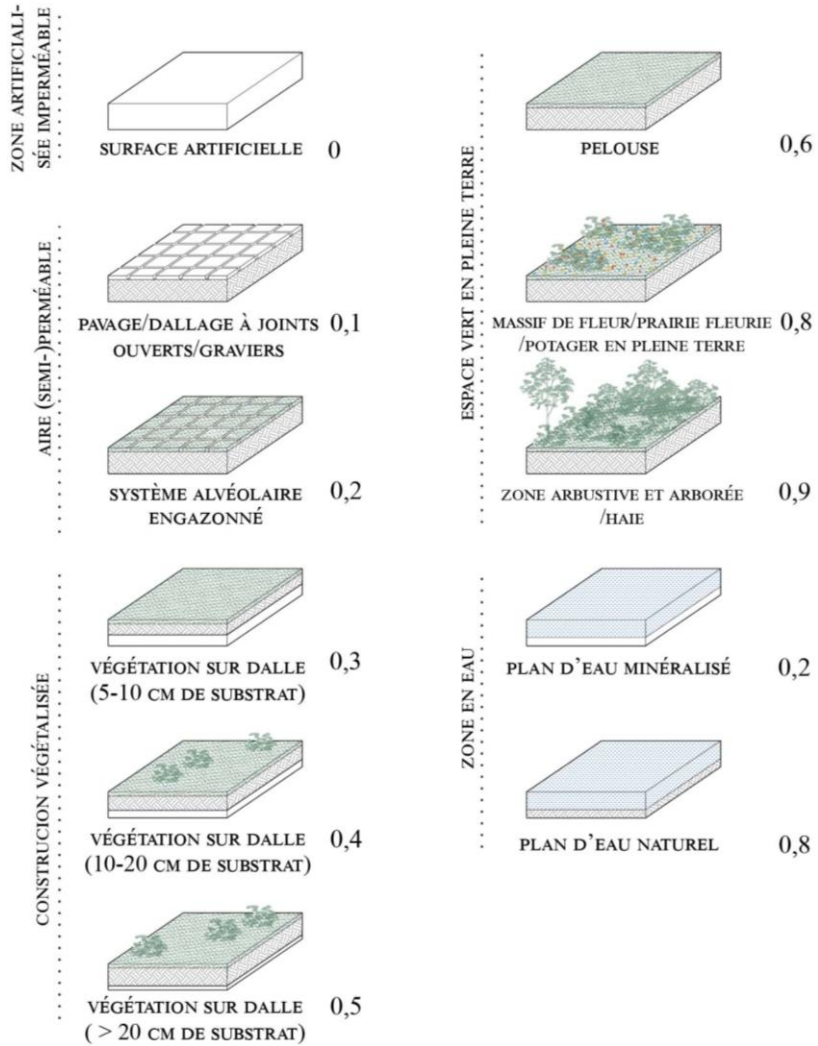
Le défaut de cet outil est qu'il est d'avantage lié à l'imperméabilisation des sols qu'à des concepts écologiques.

C'est pourquoi Bruxelles Environnement a entrepris ces dernières années des recherches en partenariat avec le BRAT et le bureau écorce pour développer et adapter le CBS à la ville de Bruxelles. Les recherches ont débouché sur la création de deux nouveaux outils : le CBS+ et l'écopotential.

Les objectifs de ces deux outils sont :

- L'application à la Région de Bruxelles-Capitale,
- Les concepts d'écologie urbaine,
- Le potentiel et non la valeur écologique réelle du site,
- L'adaptabilité en milieu urbain,
- L'application à tous projets de développement urbain,
- Un outil de conseil et d'aide à la décision.¹⁴

¹⁴ BRUXELLES ENVIRONNEMENT & ÉCORCE, *Bâti et biodiversité*, 2018.



(17) Illustration du CBS+, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.

CBS+



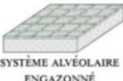











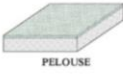




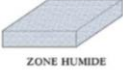
Le CBS+ est une adaptation du CBS qui intègre la notion d'habitat et qui spécifie le nom des différentes catégories encore vastes par rapport à la diversité biologique.

Le CBS+ a été pensé pour un usage urbanistique et ne prend pas en considération les surfaces verticales végétalisées. Pourtant celles-ci peuvent être de vrais refuges pour la faune, ne pas les considérer sous-estime leur potentiel de biodiversité.¹⁵

HABITATS	TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PONDÉRATION
Zones en eau	Plan d'eau minéralisé	0,2
	Plan d'eau naturel	0,8
Zones artificialisées imperméables	Surfaces artificielles	0
Aires (semi-)perméables	Pavages/Dallages à joints ouverts/Graviers	0,1
	Systèmes alvéolaires engazonnés	0,2
Constructions végétalisées	Végétation sur dalle (ép. substrat 5–10 cm)	0,3
	Végétation sur dalle (ép. substrat 10–20 cm)	0,4
	Végétation sur dalle (ép. substrat >20 cm)	0,5
Espaces verts en pleine terre	Pelouse	0,6
	Massif de fleurs/Prairie fleurie/Potager pleine terre	0,8
	Zone arbustive et arborée/Haie	0,9

(18) Tableau de l'outil CBS+, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.

¹⁵ BRUXELLES ENVIRONNEMENT & ÉCORCE, *Bâti et biodiversité*, 2018.

HABITAT CONSTRUIT NON VÉGÉTALISÉ	SURFACE ARTIFICIELLE		0	HABITAT ARBUSTIF	FRICHE URBAINE		0,7	
	AIRE MINÉRALE PERMÉABLE		0,2		HAIE BASSE		0,8	
	HABITAT CONSTRUIT VÉGÉTALISÉ	VÉGÉTATION VERTICALE			0,5	MASSIF ARBUSTIF		0,9
VÉGÉTATION SUR DALLE			0,7		ZONE ARBORÉE		0,9	
CHAMP AGRICOLE			0,8		HAIE HAUTE		0,9	
HABITAT CULTIVÉ	POTAGER		0,6		BOIS		0,9	
	PLANTATION AGRICOLE		0,7		HABITAT HUMIDE	PLAN D'EAU		0,8
	PELOUSE		0,5			COURS D'EAU		0,8
MASSIF DE FLEURS		0,7	NOUE ET FOSSÉ				0,8	
PELOUSE ET PRAIRIE	PRAIRIE		0,9		ZONE HUMIDE		0,8	

(19) Illustration partielle de l'Écopotential, catégories les plus riches biologiquement, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.

ÉCOPOTENTIEL

L'écopotential détaille et spécifie davantage les types d'habitats et les types de surfaces par rapport au CBS+. Il rajoute une sous-catégorie et intègre des aspects de gestion (fauche, etc.)

En plus des coefficients, cet outil est complété d'un guide de bonne pratique qui expose les principes et objectifs de l'écopotential. Le guide définit les différentes catégories et types de surfaces et définit l'application du calcul et ses améliorations possibles en analysant différents cas d'études bruxellois.

Cet outil a un but de sensibilisation et de conseil pour maximiser la biodiversité dans les projets. Il a été pensé pour les concepteurs désireux approfondir l'intégration de la biodiversité dans leurs projets.¹⁶

HABITATS	SOUS-CATEGORIE	TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PONDERATION
Habitats humides	Plan d'eau	Plan d'eau artificialisé	0,2
		Mare ou bassin artificiel(le) végétalisé(e)	0,5
		Lac, étang ou mare naturel(le) ou semi-naturel(le)	0,8
	Cours d'eau	Cours d'eau artificialisé	0,2
		Cours d'eau naturel ou semi-naturel	0,8
	Noue ou fossé	Noue ou fossé engazonné(e)	0,6
		Noue ou fossé planté(e)	0,8
	Zone humide	Zone humide	0,8
Habitats construits végétalisés	Végétation verticale	Mur végétal	0,2
		Façade végétalisée	0,5
	Végétation sur dalle	Végétation sur dalle (ép. substrat 5–10 cm)	0,3

¹⁶ BRUXELLES ENVIRONNEMENT & ÉCORCE, *Bâti et biodiversité*, 2018.

		Végétation sur dalle (ép. substrat 10–20 cm)	0,4
		Végétation sur dalle (ép. substrat >20 cm) avec herbacées	0,5
		Végétation sur dalle (ép. substrat >20 cm) avec herbacées et arbustes/arbres	0,7
Habitats construits peu végétalisés	Aires minérales perméables	Pavages/dallages à joints ouverts/Graviers	0,1
		Système alvéolaires engazonnés	0,2
Habitats construits non végétalisés	Surfaces artificielles	Surfaces artificielles	0
Habitats cultivés	Champ agricole	Monoculture agricole	0,2
		Friche agricole	0,5
		Permaculture	0,8
	Potager	Potager sur dalle	0,4
		Potager pleine terre	0,6
	Plantation agricole	Plantation d'arbustes	0,5
Vergers		0,7	
Pelouses et prairies	Pelouse	Pelouse	0,5
	Massif de fleurs	Massif de fleurs (espèces horticoles)	0,6
		Massif de fleurs (espèces indigènes)	0,7
	Prairie	Prairie pâturée	0,5
		Prairie fleurie (espèces horticoles)	0,6
		Prairie fleurie (espèces indigènes)	0,8
Prairie de fauche		0,9	
Habitats arbustifs	Friche urbaine	Friche urbaine envahie d'espèces exotiques envahissantes	0,1
		Friches urbaines	0,7

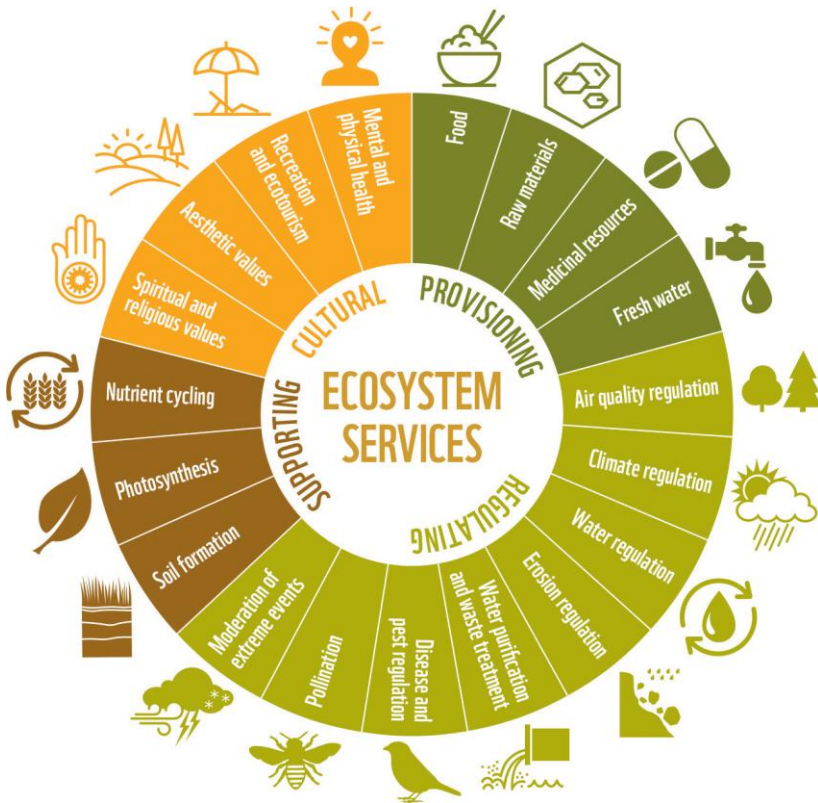
	Haie basse	Haie basse monospécifique (espèces horticoles)	0,5	
		Haie basse mixte (espèces horticoles)	0,6	
		Haie basse monospécifique (espèces indigènes)	0,7	
		Haie basse mixte (espèces indigènes)	0,8	
	Massif arbustif	Massif arbustif sur sol artificialisé	0,6	
		Massif arbustif sur gazon	0,8	
		Massif arbustif sur herbacées hautes	0,9	
	Habitats arborés	Zone arborée	Zone arborée sur sol artificialisé	0,6
			Zone arborée sur gazon	0,8
Zone arborée sur herbacées hautes			0,9	
Haie haute		Haie haute monospécifique (espèces horticoles)	0,6	
		Haie haute mixte (espèces horticoles)	0,7	
		Haie haute monospécifique (espèces indigènes)	0,8	
		Haie haute mixte (espèces indigènes)	0,9	
Bois		Bois et forêt	0,9	

(20) Tableau de l'outil Écopotential, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

En 2005, l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire a classé les services écosystémiques en quatre catégories : les services d'approvisionnement, les services de régulation et d'entretien, les services culturels et les services de soutien.

Ces trois premières catégories ont une influence directe sur l'activité humaine alors que la quatrième catégorie de soutien sert de base aux trois premières.



(21) Illustration des services écosystémiques, Planète Vivante, WWF, 2016.

La nature produit une série d'éléments utiles à l'homme et aux autres espèces vivantes :

- L'alimentation, végétale ou animale, que l'homme peut cultiver, cueillir, élever, pêcher et chasser,
- L'eau de surface et l'eau souterraine à usage domestique, agricole ou industriel,
- Les matériaux tels que le bois, les fibres animales et végétales, la matière organique,
- Les ressources génétiques, médicinales et pharmaceutiques,
- L'énergie issue des biocarburants et des bois de chauffage.

La nature permet un contrôle probant de régulation et d'entretien sur différents éléments et processus :

- Sur des pollutions diverses grâce à l'autoépuration des sols, à la purification et oxygénation de l'eau, à la capture des polluants de l'air, à l'atténuation du bruit et des impacts visuels,
- Sur des événements extrêmes grâce à la protection contre les inondations, les tempêtes et l'érosion, au maintien du cycle hydrologique et des flux d'eau et au contrôle des feux,
- Sur des processus biologiques par la pollinisation, la dispersion des graines, le maintien des habitats, la lutte biologique, la régulation des infections, le processus d'altération, de décomposition, de minéralisation et de fixation des sols,
- Sur le climat en régulant le climat local, régional et global par la séquestration des gaz à effet de serre.

La nature a un impact culturel :

- Sur l'environnement de la vie courante (lieux de vie, de travail, d'étude, d'activités quotidiennes de plein air),
- Sur l'environnement pour les loisirs en plein air comme par exemple les balades, la pêche, la récolte de champignons, etc.,
- Par ses sources d'expériences et de connaissances liées à son observation, à l'éducation et aux recherches scientifiques,
- Par ses sources d'inspiration et de valeurs patrimoniales, sentimentales, symboliques, culturelles, sacrées, religieuses ou d'existence.¹⁷

¹⁷ ETAT DE L'ENVIRONNEMENT WALLON, *Services écosystémiques*, 2018.

La nature offre un service de soutien et introduit des mécanismes écologiques :

- La photosynthèse,
- La formation des sols,
- Les cycles de nutriments.

Pour se rendre compte de la valeur économique de ces services 'gratuits', ils sont parfois monétarisés. Une étude a comparé les frais des moyens de protection de la biodiversité par rapport aux frais de perte des services écosystémiques et a estimé une perte de 50 milliards d'euros annuels à l'échelle mondiale sur une période de dix ans entre 2000 et 2010.¹⁸

Ces services écosystémiques, en plus d'avoir un intérêt économique ont un rôle réel dans le bien-être humain.

Ces services sont favorables :

- À la sécurité : sécurité personnelle, accès sûr aux ressources, sécurité face aux catastrophes,
- Aux conditions élémentaires d'une bonne vie : moyens d'existence suffisants, nourriture suffisamment nutritive, abri, accès aux biens,
- À la santé : force, bien-être, accès à l'air et à l'eau pur,
- Aux bonnes relations sociales : cohésion sociale, respect mutuel, capacité d'aider les autres.¹⁹

¹⁸ CLERGEAU & MACHON, *Où se cache la biodiversité en ville*, 2014.

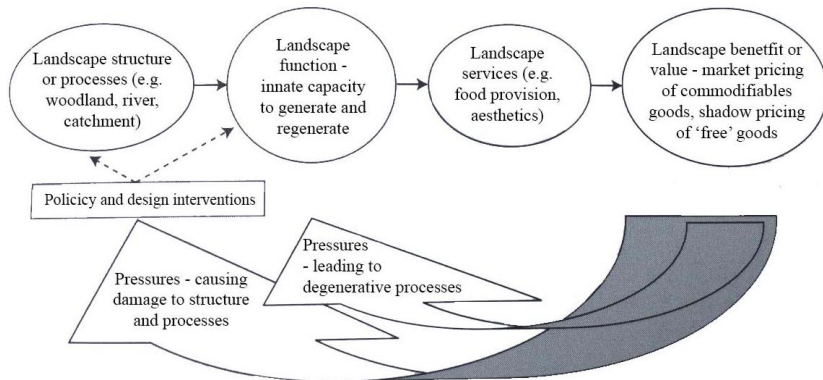
¹⁹ ECOBASE21, *Services fournis par les écosystèmes*, 2019.

SERVICES DU PAYSAGE

Les services écosystémiques fournis par la nature au bénéfice de l'homme ne sont que la partie « visible » de la valeur de la biodiversité. Ils font partie d'un système beaucoup plus vaste. Ces services sont directement liés aux fonctions du paysages qui sont les capacités innées de la nature à générer et régénérer. Ces fonctions sont-elles mêmes liées intrinsèquement à la structure du paysage comme les forêts ou les rivières en cascade.

Le paysage est, dans ce cas-ci, une aire perçue par l'homme dont le caractère est le résultat des actions et des interactions entre la nature et/ou l'humain.

Il n'est pas que visuel, il est aussi riche en histoires, en cycles de nutriments, en flux de carbone, en coutumes, en activités économiques, etc. Le paysage est un spectre de relations interconnectées de pratiques et de processus.



(22) Illustration des services du paysage, Selman, 2012.

Les bénéfices fournis par des biens et des services écologiques possèdent une valeur marchande qui sous-estime la véritable valeur de tout le système d'un paysage. Cette valeur n'est pas réellement reconnue étant donné qu'elle n'a pas de signification commerciale.

Les services du paysage sont une notion qui veut pallier à cette sous-estimation de la valeur du paysage en intégrant le paramètre de

l'organisation spatiale qui fait généralement partie intégrante de la fonctionnalité d'un lieu.

Un paysage est plus riche et plus productif s'il est multifonctionnel. Il tend naturellement vers ce schéma qui présente plusieurs habitats, régulations, productions, informations, etc.

Aujourd'hui, les lieux ont tendance à être monofonctionnalisés, ne servant par exemple qu'à la production ou au divertissement. Cette homogénéisation actuelle a des conséquences graves sur l'environnement et l'appauvrit.

Si un site perd des propriétés, les capacités de la nature à fournir des services écologiques diminuent. Il faut de ce fait favoriser un paysage plus hétérogène et adapté.²⁰

²⁰ SELMAN, *Sustainable landscape planning*, 2012.

OUTILS DISCIPLINAIRES

Les outils disciplinaires sont des outils ou des méthodes d'évaluation de la biodiversité d'un site utilisés par des spécialistes de l'écologie.

OUTIL SPÉCIALISÉ DES PROFESSIONNELS DE L'ÉCOLOGIE

Lorsqu'un projet d'architecture ou d'urbanisme est de grande ampleur (permis d'environnement de classe 1A en Région de Bruxelles-Capitale)²¹, le projet doit obligatoirement faire l'objet d'une étude d'incidence environnementale et d'une note préparatoire appelée rapport d'incidence. Cette étude est faite par un bureau d'études d'incidences agréé et est présentée sous forme d'un cahier des charges précis.

Son but est d'évaluer l'influence que les installations peuvent avoir sur l'environnement et le voisinage. Le rapport d'incidence a lui la mission de lister les avantages et les inconvénients que le projet devrait avoir sur les alentours. Suite à cette liste, des solutions sont proposées afin de limiter les nuisances.

Une des sections du rapport est un diagnostic initial précis de la faune et la flore réalisé par un expert en écologie urbaine sur le site et le voisinage avant l'élaboration d'un projet. Il a pour objectifs la conservation, la réduction des impacts et leur compensation sur des espèces vivantes sur le site.

Par exemple, un rapport d'incidences a été rédigé en 2017 dans le cadre de la réaffectation de l'église Saint-Hubert de Watermael-Boitsfort en espace d'intérêts collectifs et en logements.

Un des points remarquables du site est la présence d'un couple de faucons pèlerins nichant dans le clocher de l'église. Le rapport met en lumière l'influence que le chantier et le projet engendrent sur ces oiseaux et propose une série de manœuvres spécifiques au chantier et des principes de conceptions architecturaux pour nuire un minimum aux faucons pèlerins.

²¹ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, https://environnement.brussels/le-permis-d'environnement/le-guide-administratif/comment-introduire-sa-demande/permis-de-classe-1a?view_pro=1

Incidences en phase de chantier

Les faucons pèlerins ne sont pas sensibles au bruit à partir du moment où ils sont installés dans un environnement déjà sonore, ce qui est le cas de l'église Saint Hubert de Watermael-Boitsfort. Il n'y a donc pas lieu de contrôler, plus que de normale, la sonorité des engins de chantier et autres activités de construction.

Les faucons pèlerins ne sont également pas perturbés par l'éclairage artificiel. Il n'y pas lieu de prendre, à leur égard, de mesures particulières en la matière.

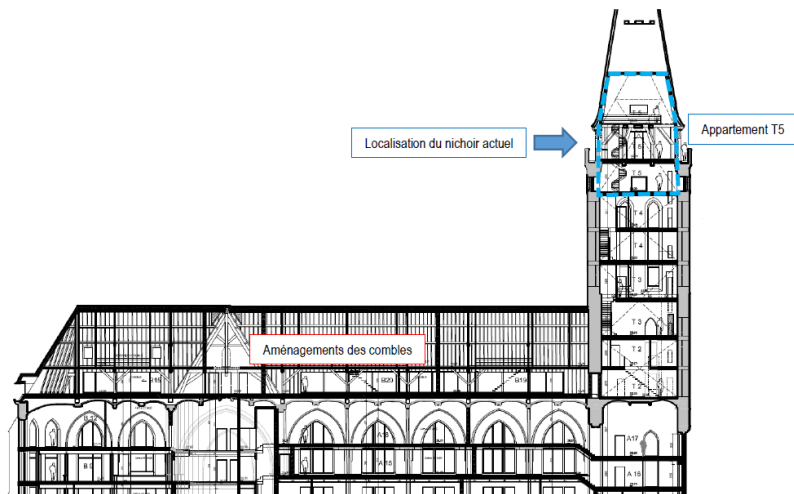
Les travaux réalisés à l'intérieur du bâtiment n'ont pas d'impact sur les faucons pèlerins. Dans le cas de l'église Saint Hubert de Watermael-Boitsfort, feraient exceptions des travaux très sonores réalisés à la hauteur du nid.

Les travaux réalisés en extérieur ne sont pas susceptibles de provoquer un dérangement durable et conséquent en dehors de la période de reproduction qui s'étend du 1 février au 1 juin.

Durant la période de nidification, les faucons pèlerins sont par contre excessivement sensibles à une présence humaine lorsque celle-ci à cours à une hauteur que l'on peut définir comme la moitié de la hauteur de situation du nid. (...).

Une grue s'élevant plus haut que le niveau de la corniche de la nef peut être en fonction durant cette période mais ne peut pas être édiflée durant cette période.²²

²² Rapport d'incidences environnementales - Saint Hubert, 2017



(23) Coupe de l'église Saint-Hubert provenant du RIE Saint-Hubert.

Incidences en phase d'exploitation

*L'exploitation du site générera du bruit et de la présence humaine à hauteur des sites de nidification actuels. Il est probable que le faucon pèlerin ne viendra plus nicher sur site.*²³

Mesures d'atténuation à prendre pour le chantier

Ne pas réaliser de travaux très sonores à l'intérieur du bâtiment à hauteur du nid pendant la nidification ;

Ne pas réaliser de travaux extérieurs sur la partie supérieure de l'édifice (soit au-dessus de la corniche de la nef) durant la période de nidification se déroulant du 1er février au 1er juin ;

*Si une grue de taille supérieure à la hauteur de la corniche de la nef devait être édifiée, le montage de celle-ci devrait se dérouler en dehors de la période de nidification se déroulant du 1er février au 1er juin.*²⁴

²³ Rapport d'incidences environnementales - Saint Hubert, 2017

²⁴ Rapport d'incidences environnementales - Saint Hubert, 2017

Mesures d'atténuation à prendre pour l'exploitation

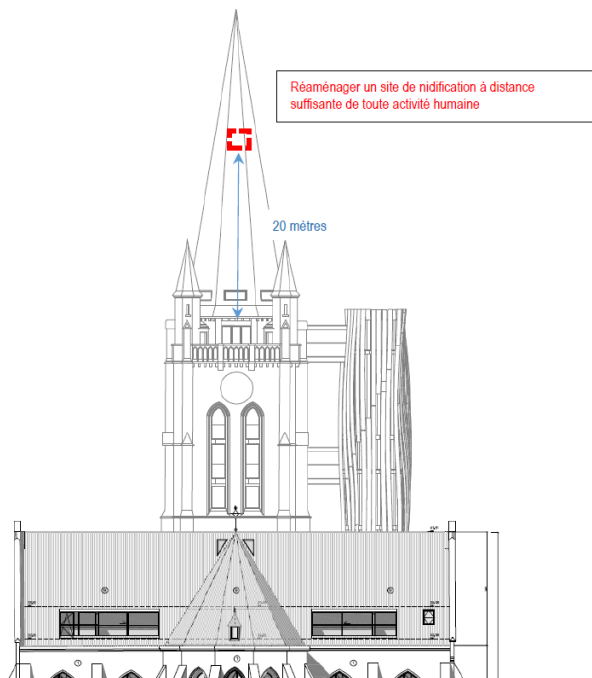
La modification du plan de réaffectation, de manière uniquement à ne pas occuper le dernier étage de la tour et donc de ne pas permettre l'accès aux terrasses attenantes, résoudrait immédiatement la problématique. (...)

Si cette option n'est, pour une raison ou une autre, pas envisageable, une solution alternative valable consisterait à aménager un nouveau lieu de nidification dans le toit octogonal du clocher, à la hauteur de la trappe qui se situe sur la face orientée vers le nord-est. Ce lieu répond aux caractéristiques indispensables à la pérennité de la nidification du faucon pèlerin sur l'église Saint Hubert de Watermael-Boitsfort. (...) Ce lieu est donc parfaitement inaccessible aux prédateurs terrestres et ne peut en aucun cas être dominé par une occupation humaine.

Cette option requiert de pratiquer, dans l'intérieur de la toiture, un accès sécurisé jusqu'au lieu de nidification à aménager, afin de pouvoir le contrôler, entre autres afin d'assurer le monitoring. (...)

Si cette option est retenue, un aménagement complémentaire au niveau des terrasses sera en outre nécessaire. Il faudra assurer un écran opaque au sommet de celles-ci de manière à ce que les faucons ne puissent voir, du dessus, les personnes au moment où elles sortent sur les terrasses. La distance entre le lieu à aménager et les terrasses est top faible que pour se passer de cet agencement. Deux solutions sont proposées. Soit, installer un toit en dur, en prolongement de celui du clocher. Soit, mettre en place un système de marquise qui serait obligatoirement déployée du 1 février au 1 juin.²⁵

²⁵ Rapport d'incidences environnementales - Saint Hubert, 2017



(24) Élévation de l'église Saint-Hubert, RIE Saint-Hubert.

Cet exemple permet de montrer le réel impact du domaine de la construction sur la biodiversité et l'environnement.

Une étude de la biodiversité initiale avant chantier est primordiale mais des analyses successives après le début de l'exploitation du projet sont également extrêmement intéressantes bien que plus rares. Elles permettent de tirer des conclusions sur les précautions et les éléments mis en œuvre qui ont réussi ou échoué et d'observer peut-être des développements inattendus de la biodiversité et d'ainsi s'adapter et s'améliorer pour d'autres projets et chantiers à venir.



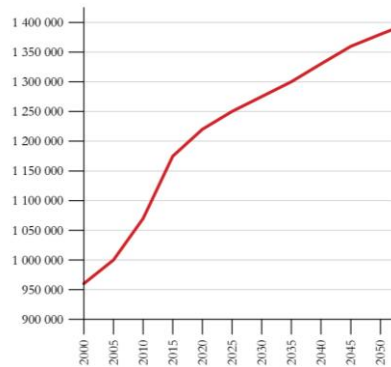
(25) Bosco Tower, Milan.

DISPOSITIFS DE DENSIFICATION BIOLOGIQUE

L'urbanisation est, comme vu précédemment, un facteur important à prendre en compte pour préserver la biodiversité. Elle est directement liée à la croissance démographique.

En Région de Bruxelles-Capitale, la population a augmenté de 130 000 habitants entre 2010 et 2018.²⁶ Actuellement, la région loge environ 1,2 millions de personnes. Et une augmentation de 50 000 habitants est estimée pour 2025.²⁷

Même si la rénovation du bâti existant est à favoriser pour préserver les terrains non construits souvent porteurs de vie animale et végétale, face à ces chiffres, la construction de nouveaux bâtiments est quasi inévitable. Devant ce constat, il est préférable d'anticiper cette urbanisation pour que celle-ci ne soit non plus destructrice mais porteuse de biodiversité.



(26) Graphique de la croissance démographique de la Région de Bruxelles-Capitales, production de l'auteur sur base des statistiques de l'IBSA de 2018.

Une architecture compensatrice est celle qui rembourse sa dette environnementale.

La construction d'un projet affecte presque inévitablement l'environnement présent sur le site avant le chantier. Le principe de compensation est de 'remplacer' la nature supprimée par l'emprise au sol du

²⁶ IBSA, *Evolution annuelle – 07/2018 (Population totale, hommes, femmes)*, <http://ibsa.brussels/themes/population/population#.XDBUgs3jI2w>.

²⁷ IBSA, *Projections démographiques – 03/2018 (Projections de population régionales et communales)*, <http://ibsa.brussels/themes/population/population#.XDBUgs3jI2w>.

bâtiment et de ses aménagements en intégrant des espèces végétales et des refuges pour la faune sur le bâtiment même et sur ses aménagements.

En plus de compenser et de ne rendre que ce qui a été détruit, l'architecture peut avoir un impact positif sur un site et intensifier la biodiversité présente antérieurement au projet, de sorte qu'il soit plus riche biologiquement après la réalisation du projet qu'initialement.

Cette intégration biologique peut se faire au moyen de différents dispositifs architecturaux ou d'aménagements comme la conception de toitures végétalisées, l'utilisation de parements de façade intégrant des nichoirs à oiseaux ou à chauve-souris, ... Un bâtiment peut être un véritable habitat pour la faune et pour l'homme si des dispositifs de végétalisation et à destination de la faune sont mis en place. Ce type de bâtiment est appelé *bâtiment vivant*.

HABITAT ANALOGUE

Un habitat désigne un lieu qui présente des caractéristiques physiques et géographiques favorables à la vie et au développement d'une plante ou d'un animal.

L'adjectif *analogue* introduit la notion de similitude avec une autre chose comparable ou semblable.

Un habitat analogue définit de ce fait *un habitat imitant le lieu naturel ou originel de vie d'espèces spécifiques. (...) Ce dernier fait le lien entre l'architecture (habitat artificiel) et la nature (habitat originel ou naturel).*²⁸

Il permet de créer artificiellement de nouveaux écosystèmes basés sur des écosystèmes régionaux et d'ainsi reconnecter un milieu urbain et anthropisé dénué de biodiversité avec son territoire.

L'insertion d'une végétation indigène a de nombreux avantages par rapport à l'insertion d'une végétation exotique. En effet, les espèces natives sont adaptées au climat et aux conditions de la région. De plus, elles favorisent le développement et la dispersion des autres espèces animales et végétales locales, et de ce fait contribuent au maillage écologique.

Le milieu anthropisé (ex. milieu urbain et milieu industriel) a trop modifié et différé le milieu naturel initial de sorte qu'un nouvel écosystème s'est créé avec des conditions climatiques, une structure et des fonctions qui lui sont propres.

Il est donc difficile voire absurde de vouloir restaurer un milieu naturel dans un milieu urbain.

Cependant ce dernier peut tout de même offrir des conditions analogues à un milieu naturel. C'est le cas par exemple d'un mur en pierre qui reproduit les conditions d'habitat d'une falaise, attirant de ce fait les oiseaux qui nichaient à l'origine dans celles-ci.

Ces habitats analogues peuvent être spontanés ou volontaires.²⁹

²⁸ MOIES, *La biodiversité urbaine : Insérer le végétal en ville dans une logique pertinente pour le réseau écologique*, 2017.

²⁹ LUNDHOLM & RICHARDSON, *Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments*, 2010.



(27) Analogie des écosystèmes urbain, LUNDHÖLM & RI-CHARDSON.

Le lien entre cette légende ci-dessous et l'illustration 27 est à faire de gauche à droite et de haut en bas.

Les vignes colonisent l'analogue de la falaise à savoir le mur.

La bernache du Canada utilise les pelouses pour se nourrir analogiquement à la toundra.

Les toitures végétalisées offrent des conditions analogues aux chaussées rocheuses ou aux prairies recouvrant un sol peu profond.

Les colombes colonisent des corniches artificielles.

La mousse espagnole *Tillandsia* colonise les câbles aériens analogues aux branches d'arbre.

Les murs de pierre fournissent un habitat aux bryophytes et aux plantes vasculaires.

Les vignes urbaines *Vitis riparia* grimpent sur un poteau téléphonique dont la forme est analogue à un érable.

Les lichens colonisent les murs de brique et de pierre comme ils le feraient sur une paroi rocheuse.

INFRASTRUCTURES VERTES

La notion d'infrastructures vertes est une stratégie de la politique environnementale européenne qui étudie et met en place un réseau multidimensionnel des structures du paysage. Cette stratégie a été adoptée en Europe en 1995 afin de protéger la diversité biologique et paysagère en mettant en place un Réseau Écologique Paneuropéen (REP). Ce REP est traduit par la suite dans les codes de l'urbanisme en continuité écologique.

Ces infrastructures vertes sont des réseaux de zones naturelles permettant aux espèces de se nourrir, de se reproduire, de se loger, ... connectées entre elles par des corridors permettant aux espèces d'évoluer sereinement dans un environnement urbain.

Frederick Law Olmsted est le premier à avoir mis en place ce système d'infrastructures vertes avec l'Emerald Necklace du Boston Park System dans les années 1890. Ce Park System est un aménagement qui connecte dans une continuité verte des espaces récréatifs, techniques ou écologiques et qui popularise les promenades intra et inter urbaines. Les notions de corridor environnemental et de greenways apparaissent vers 1960 avec des enjeux écologiques et urbanistiques voulant protéger les espaces sensibles et donner l'accès aux espaces verts.

Philippe Clergeau, spécialiste de l'écologie urbaine d'aujourd'hui propose une définition des continuités vertes en les catégorisant en quatre points :

Ces continuités vertes peuvent prendre la forme de couloir naturel (front de rivière, cours d'eau, vallée, ligne de crête) ou de bords de voie de chemin de fer, de canal, de route pittoresque convertis en parcours de loisirs.

Elles peuvent être des passages destinés aux mobilités actives (piétons, vélo, ...).

Les espaces de liaison entre des parcs, réserves naturelles, éléments culturels ou sites historiques peuvent aussi jouer le rôle de continuité verte.

Localement, ces continuités peuvent se composer de bandes ou parcs linéaires formant des routes paysagères (greenbelts).

La notion de "vert" est réductrice, d'une part, des enjeux multiples de cette trame verte. En plus de l'aspect écologique (services écosystémiques), cette trame comporte des dimensions récréatives, paysagères, socio-culturelles et économiques.

D'autre part, ce terme est réducteur de la complexité de la nature. Cette trame naturelle en plus d'être verte est aussi bleue (hydrographie), brune (substrat) et noire (zones de vraie nuit).

La trame noire a un réel enjeu actuel. La lumière artificielle des villes (lampadaires, enseignes, phares de voitures, ...) crée une pollution lumineuse qui impacte la biodiversité nocturne entre autres dans ses déplacements mais aussi dans ses méthodes d'alimentation. Une trame noire forme des corridors écologiques caractérisés par une certaine obscurité obtenue grâce à des normes de degré de luminosité artificielle nocturne imposées.

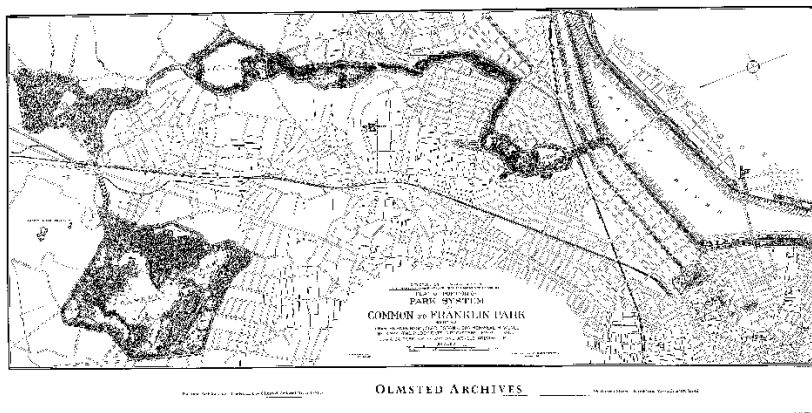
L'échelle intercommunale pour proposer une politique de trame verte est la plus adéquate selon Clergeau. Cette échelle permet de faire le lien entre les stratégies locales, régionales ou nationales et européennes.

Les différents éléments de l'infrastructure verte sont variés et spécifiques à chaque lieu et à chaque échelle.³⁰

À l'échelle locale, des parcs, des jardins, des toits végétaux, des étangs, des ruisseaux, des bois, des haies, des prés, des sites de friches réaménagés et des dunes de sable côtières, à la biodiversité riche, peuvent tous contribuer à l'infrastructure verte s'ils offrent plusieurs services écosystémiques. Les éléments de raccordement sont les ponts verts et les échelles à poissons. Les grands espaces naturels protégés, les grands lacs, les bassins hydrographiques, les forêts à haute valeur naturelle, les vastes pâturages, les zones agricoles de faible intensité, les vastes systèmes de dune et les lagons côtiers sont quelques exemples d'éléments à l'échelle régionale ou nationale. Les éléments transfrontières comme les bassins hydrographiques, les forêts et les chaînes de montagnes internationaux sont des exemples d'infrastructure verte supranationale à l'échelle de l'UE. Ils jouent un rôle

³⁰ DE LESTRANGE, *Le paysage comme matrice de la fabrique du territoire : Buenos Aires Genève Bruxelles Transposition(s)*, 2016.

*important, offrant plusieurs avantages ou reliant des écosystèmes afin qu'ils puissent délivrer leurs services.*³¹



(28) Plan original de l'Emerald Necklace de Boston, OLMSTED, 1894.

³¹ COMMISSION EUROPÉENNE, *Informations techniques sur l'infrastructure verte*, 2013.

DISPOSITIFS DE VÉGÉTALISATION

Le tracé des infrastructures vertes est généralement étudié et décidé par des instances publiques comme Bruxelles-Environnement pour la région de Bruxelles-Capitale. Cependant c'est le rôle des architectes de faire de leurs projets des maillons de ces trames vertes.

Les nouveaux projets architecturaux se voient de plus en plus végétalisés. En plus de rendre des services écosystémiques comme la régulation des eaux, de l'air et de la température, la végétation sur un bâtiment et ses abords a une réelle plus-value sur l'esthétique et sur le bien-être des habitants et passants.

Cette végétation est un matériau vivant et complexe qui la rend intéressante et spécifique. Une série de facteurs du contexte est à prendre en compte comme le vent, l'orientation, le microclimat, le niveau de 'stress' d'une activité humaine voisine, ... pour le mettre en place.

La végétation d'un bâtiment peut prendre de nombreuses formes et aspects et s'installer le long des façades, sur les toitures, sur les abords du bâtiment, etc.

Comme expliqué dans le chapitre sur les habitats analogues, toute végétation plantée est plus intéressante pour la biodiversité si elle est indigène, favorisant ainsi le développement de la faune locale. Toutes les espèces animales ou végétales prises en exemple dans ce chapitre sont des espèces indigènes de la Région de Bruxelles-Capitale parce que le projet proposé lié à ce travail se situe dans la ville de Bruxelles.

AMÉNAGEMENTS EN PLEINE TERRE

Les aménagements aux abords des bâtiments sont essentiels à la biodiversité du maillage vert urbain. Ce sont des milieux urbains de substitution qui permettent d'accueillir la nature en ville. Ils tendent vers des milieux naturels référents mais ne les égalent que très rarement. Ces aménagements peuvent se distinguer en quatre types de paysage : les paysages humides, les paysages ouverts, les paysages fermés et les paysages cultivés.

PAYSAGES HUMIDES

Les paysages humides sont caractérisés par la présence d'eau. Ils peuvent prendre la forme de mares, étangs, noues, canaux, etc.

Une zone humide est plus riche en biodiversité si elle est attenante à une zone semi-naturelle comme une prairie de fauche, une friche, une haie, etc. Cette végétation avoisinante permet de loger les espèces qui fréquentent les points d'eau mais qui gîtent sur terre comme les batraciens.

L'ensoleillement est une condition très favorable au développement de l'écosystème d'un paysage humide.

Des berges en pente douce (10 à 20 %) permettent l'implantation de plantes adaptées aux rives et facilitent le passage des animaux entre la terre et l'eau.

La profondeur minimale idéale d'un point d'eau stagnante comme une mare atteint 80 cm à 1 m. Elle permet de conserver une partie du volume d'eau liquide pendant de longues périodes de gel.

Une zone humide aura plus d'intérêt écologique si son eau est de bonne qualité sans présence de produits toxiques. Toutefois, une eau polluée peut être traitée par la phytoremédiation grâce à des plantes aquatiques.

La phytoremédiation est une technique de dépollution par les plantes et leurs interactions avec le sol et les microorganismes. Cette technique permet de dépolluer des sols, épurer des eaux et l'air.³²

Si toutes ces qualités sont requises, un paysage humide se verra vite colonisé par des plantes caractéristiques de ce biotope tel l'iris des marais ou le roseau commun et par une faune des milieux humides

³² PILON-SMITS, *Phytoremédiation*, 2005, <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.arplant.56.032604.144214#article-denial>

comme les batraciens, les libellules et autres insectes entraînant l'arrivée d'oiseaux et de chauves-souris insectivores.³³



PAYSAGES OUVERTS

Les paysages ouverts sont dominés par la prairie et caractérisés par la présence de strates herbacées qui offrent des vues ouvertes et dégagées. Ils peuvent prendre la forme de friches, talus, bordures de route, parcs, jardins, ...

Une prairie doit se situer dans un endroit ensoleillé.

Il existe deux types de prairies : la prairie de fauche et la prairie fleurie. La prairie de fauche est une prairie fauchée. Le fauchage plutôt que la tonte permet un meilleur développement de trèfles, graminées, marguerites, boutons d'or, carottes, cerfeuils sauvages, ... La fauche est annuelle et doit toujours être effectuée à la même époque.

La prairie fleurie est en quelque sorte une prairie de fauche dont la terre est remise à nu et retournée au moins tous les deux ans.

Ce labourage permet de voir éclore des coquelicots, bleuets, etc. En effet, certaines plantes annuelles ne poussent que si le sol est suffisamment dénudé.

Les prairies seront plus diversifiées si le sol est pauvre en éléments nutritifs parce qu'un sol riche favorise le développement de quelques

³³ NATAGORA, *La mare naturelle*, 2001.

plantes plus envahissantes comme l'ortie au détriment d'autres espèces.

Les paysages ouverts attirent des insectes butineurs dont de nombreux papillons qui attirent eux-mêmes une multitude d'oiseaux. Les hautes herbes sont de véritables gîtes hivernaux et endroits de ponte pour nombre d'insectes.³⁴



PAYSAGES SEMI-OUVERTS/INTERMÉDIAIRES

Le paysage intermédiaire est l'évolution de la prairie non entretenue où des plantes plus envahissantes apparaissent et font disparaître les espèces plus rares et sensibles. La prairie s'embroussaille et évolue vers une végétation arbustive et devient un milieu semi-ouvert.

Ce milieu arbustif peut être une friche, des fourrés, des haies, etc.

Un paysage intermédiaire est plus diversifié biologiquement si les espèces d'arbustes et d'arbres sont variées en essences, en âges et en tailles et si le milieu présente du relief et des zones humides. Cette variété offre un panel de feuillages, de fleurs et de fruits accueillant une variété d'espèces animales et possède de ce fait, un meilleur équilibre biologique résistant mieux aux maladies.

Un arbuste ou un arbre est un véritable refuge pour les insectes et donc un garde-manger pour les oiseaux. Il est le support de champignons, mousses et lichens ; grenouilles et hérissons s'abritent dans les feuilles mortes en hiver. Ses fleurs attirent les insectes butineurs et ses fruits les oiseaux frugivores (merle) et les petits mammifères frugivores (lérot).

Les tas de bois morts sont aussi des sources de vies. De nombreuses espèces d'insectes, d'amphibiens, de reptiles, de mammifères et d'oiseaux cavernicoles s'y nourrissent et s'y logent.³⁵

³⁴ NATAGORA, *La prairie*, 2001.

³⁵ NATAGORA, *La haie sauvage*, 2001.



PAYSAGES FERMÉS

Certains paysages sont dits ‘fermés’ car les grands arbres dominant ces milieux arrêtent rapidement la vue et la cadrent. Ces paysages fermés se présentent sous forme de parcs, jardins et bois urbains, de bordures de voiries et de talus de voies ferrées. Ils sont l’évolution des paysages intermédiaires.



L’écosystème d’un milieu boisé accueille des espèces qui y accomplissent l’entièreté de leurs cycles biologiques (reproduction, alimentation, abri). Une zone forestière est intéressante écologiquement si toutes les strates végétales sont représentées, à savoir les strates muscinale, herbacée, arbustive et arborescente et si du bois mort au sol ou encore debout est présent ainsi que du relief et des zones humides. Toutes ces strates multiplient le nombre de refuges et de sources d’alimentation pour la faune et donc diversifient cette dernière.³⁶

³⁶ BIODIVERSITÉ ET PAYSAGE URBAIN, *Bois et bosquets*, <https://www.biodiversiteet-bati.fr/Files/Other/FT%20BPU/FT17-BoisEtBosquets.pdf>

PAYSAGES CULTIVÉS

Les paysages cultivés sont des paysages de plantations et d'élevage d'animaux à destination alimentaire ou matérielle pour l'homme. Cette agriculture peut prendre la forme de champ agricole, de potager, de verger, etc.

Un paysage cultivé est intéressant écologiquement s'il est traité sans pesticides et sans engrais synthétiques avec une variété dans les espèces cultivées. Les plantes cultivées attirent une panoplie d'insectes attirés par les légumes, les fruits et les fleurs, d'oiseaux et mammifères insectivores, frugivores et légumivores, ...



FAÇADES VÉGÉTALISÉES

Les premières façades végétales trouvent leur origine dans le mythe des jardins suspendus de Babylone. Ces techniques ne se sont pourtant popularisées que récemment.

Ces façades végétalisées offrent de nombreux services écosystémiques.

Elles participent à la gestion des eaux en diminuant l'écoulement et les risques d'inondations grâce à leur rôle de tampon et en augmentant la restitution de l'eau à l'atmosphère grâce à l'évapotranspiration.

Elles contribuent à l'amélioration de la qualité de l'air en absorbant le CO₂ et les particules en suspension dans l'air.

Elles participent au maillage vert et sont de vrais relais pour des petites espèces animales et végétales tels que les insectes pollinisateurs, les petits oiseaux, etc.

Elles atténuent les îlots de chaleur présents en ville grâce à l'effet rafraîchissant du végétal.

En plus de ces services écosystémiques, elles isolent acoustiquement et thermiquement par la masse du feuillage ou du substrat et apportent une plus-value esthétique aux bâtiments.

Il existe deux techniques de végétalisation de murs : les plantes grimpantes et les murs végétaux.

PLANTES GRIMPANTES

La plante grimpante prend racine au pied du mur et se développe verticalement contre la façade avec ou sans l'aide de support.

Il existe des plantes qui ont leur propre système de fixation avec des racines en forme de ventouse ou de crampon et ne demandent aucun support en plus du mur. C'est le cas du lierre et de la vigne vierge.

Ce système a l'avantage d'avoir un faible coût et un entretien limité. Néanmoins, les racines peuvent endommager des murs



(34) Lierre sur façade, Université de Strasbourg.

plus abimés présentant des fissures en s'y insérant. Un lierre ou une vigne peut prendre la place du joint d'un vieux mur en briques s'il/elle n'est pas taillé/e annuellement. Cette situation n'endommage pas la stabilité du mur mais peut faire de gros dégâts si la plante est arrachée.

D'autres plantes grimpantes ont quant à elles besoins d'une structure de soutien supplémentaire (grillage, poteau) pour se développer. Certaines sont volubiles, c'est-à-dire qu'elles s'enroulent elles-mêmes autour du support (chèvrefeuille). D'autres possèdent des vrilles pour se fixer (clématite).

Même si une structure complémentaire est nécessaire, le coût reste faible et l'entretien limité.



(35) Plantes grimpantes sur structure, Parc MFO, Zurich.

MURS VÉGÉTAUX

Le mur végétal est un mur composé d'une structure sur lequel est apposé un revêtement végétal.

Il existe des murs végétaux continus avec une structure de feutre qui peut accueillir une très grande diversité d'espèces herbacées ou arbustives, malheureusement souvent exotiques. Le feutre joue le rôle de substrat et est composé de tourbe, de perlite, de fibre de coco et de pouzzolane.



(36) Façade végétale sur feutrine, Musée du Quai Branly, Paris.

Le mur végétal modulaire quant à lui, est composé de modules en plastique pré-plantés. Ce système permet d'accueillir une diversité moyenne d'espèces herbacées ou arbustives comme des fougères, des petites graminées et des vivaces. Le substrat contenu dans les modules peut être soit des sphaignes (un genre de mousse), soit du substrat minéral inerte.



(37) Façade végétale modulaire, Siège d'Alcatel-Lucent, Boulogne.

Les murs végétaux visuellement très impressionnants, sont très coûteux et demandent une importante gestion de l'irrigation. Ils ne sont pas en contact avec le sol, ce qui rend le système totalement dépendant de l'homme.³⁷

³⁷ APIS BRUOC SELLA, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015

Système de Végétalisation	Coût à l'installation	Coût à l'entretien
Grimpantes directes	30 – 75 €/m ²	Négligeable
Grimpantes à palisser	40 – 75 €/m ²	Négligeable
Murs végétaux continus	350 – 750 €/m ²	45–60 €HTVA/m ² /an (main d'œuvre ou sous-traitance, hors consommation d'eau et d'électricité)
Murs végétaux modulaires	400 – 1 000 €/m ²	25–120 €HTVA/m ² /an (main d'œuvre ou sous-traitance, hors consommation d'eau et d'électricité)

(38) Tableau de comparaison des coûts des différents systèmes de végétalisation de façade repris du séminaire *Bâti et biodiversité* de Bruxelles Environnement qui s'est basé sur un article de Mission économie de la biodiversité de 2017.

Le mur végétal est moins pertinent que la plante grimpante de par sa complexité, la dépendance du système à la technologie, l'utilisation fréquente d'espèces exotiques et du coût.

TOITURES VÉGÉTALISÉES

Les premiers bâtiments à toitures et façades végétalisées sont apparus il y a plus de 4 000 ans en Europe du Nord. Les Scandinaves sont à l'origine des toitures végétales extensives actuelles.

Même si aujourd'hui les autorités communales poussent les projets à se couvrir de toitures végétalisées en ville, leur présence reste marginale.

Les toitures végétalisées sont des toitures recouvertes en partie ou totalement de végétation.

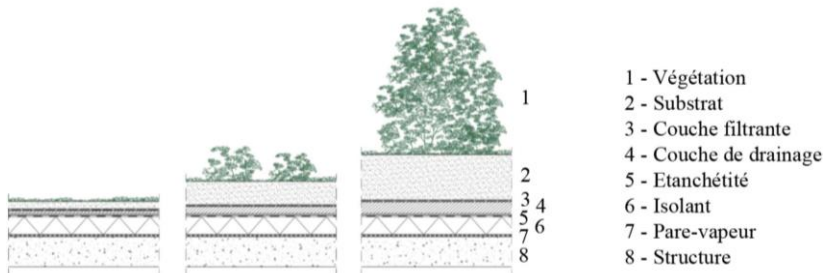
Comme les façades végétalisées, elles sont des habitats pour les espèces animales et végétales et forment des maillons de la trame verte offrant à la faune volatile des endroits d'arrêt.

Ces toitures participent davantage à la gestion des eaux que les façades vertes grâce à leur plus grande surface d'absorption horizontale.

Elles contribuent à la qualité de l'air et à la réduction des îlots de chaleur. Elles isolent acoustiquement et thermiquement par l'effet isolant du substrat.

Ces toitures peuvent être bénéfiques culturellement en offrant des lieux de rencontre, d'apprentissage et d'éducation.

Il existe trois types de toitures végétalisées : la toiture végétalisée extensive, semi-intensive et intensive. Ces types se différencient par la hauteur de leur substrat et par conséquent par leur type de palette de végétation possibles.



(39) Toitures végétalisées, coupes de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de CSTC.

TOITURE EXTENSIVE

La toiture extensive est composée d'une fine couche de substrat léger faisant moins de 15 cm et est recouverte de mousses et d'herbacées dont les sedums.



(40) Toiture extensive, Greenpeace, Schaerbeek.

TOITURE SEMI-INTENSIVE

La toiture semi-intensive est composée d'une couche moyenne de substrat épaisse de 15 à 30 cm et est recouverte de mousses, d'herbacées et d'arbustes.



(41) Toiture semi-intensive, Ecole des Sciences et de la Biodiversité, Chartier-Dalix, Boulogne-Billancourt.

TOITURE INTENSIVE

La toiture intensive est composée d'une large couche de substrat dépassant les 30 cm et est recouverte de mousses, d'herbacées, d'arbustes et d'arbres.

Cette épaisseur conséquente de substrat permet une plus grande diversité d'espèces végétales et donc d'espèces animales. Elle

offre un milieu biotique potentiellement plus riche qu'une toiture extensive. La variation de hauteurs et de la granulométrie du substrat est aussi intéressante pour créer des micro-milieus et la qualité du substrat a un rôle majeur dans la qualité du milieu.



(42) Toiture intensive, Ecole des Sciences et de la Biodiversité, Chartier-Dalix, Boulogne-Billancourt.

Le choix du type de toitures végétales dépend de plusieurs critères. La portance du toit est un élément important à prendre en considération puisqu'une toiture très intensive peut apporter une surcharge de plus de 2000 kg/m² sur le bâtiment.

L'exposition au vent et au soleil détermine le type de végétation à favoriser. La pente de toiture est importante pour permettre l'écoulement de l'eau. Et le budget est forcément un critère de sélection non négligeable.³⁸

	Extensive	Semi-intensive	Intensive
Substrat	< 10 – 15 cm	15 – 30 cm	> 30 cm
Palette végétale	Mousses, herbacées (dont sedums)	Mousses, herbacées, arbustes	Mousses, herbacées, arbustes, arbres
Surcharge	30 – 180 kg/m ²	150 – 350 kg/m ²	600 – 2000 kg/m ²
Prix	50 - 100 €TTC/m ²	100 - 200 €TTC/m ²	> 200 €TTC/m ²
Entretien	1 à 2 visites par an	4 visites par an	Comme un espace vert classique

(43) Tableau de comparaison des différents systèmes de toitures végétalisées repris du séminaire *Bâti et biodiversité* de Bruxelles Environnement.

³⁸ APIS BRUOC SELLA, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015

DISPOSITIFS À DESTINATION DE LA FAUNE

Depuis toujours, les constructions à destination des hommes ont un rôle de protection contre les assauts de la nature, en particulier des oiseaux, insectes et autres petits animaux ou plantes. Pourtant, la faune et la flore sont bien présentes sur et dans les bâtiments.

Certains oiseaux cavernicoles viennent nicher dans les cavités des façades, des insectes pondent dans les joints ouverts, des chauves-souris gîtent dans les combles des maisons, etc.

Certaines espèces se sont tellement bien adaptées au milieu urbain qu'elles en sont devenues dépendantes pour loger.

Malheureusement, les nouvelles constructions et les rénovations sont devenues planes, lisses et hermétiques pour répondre à des normes énergétiques. Elles ne permettent plus à toute cette faune urbaine de s'abriter et menacent leur existence.

Les dispositifs présentés dans la suite de ce chapitre concernent des techniques autres que la végétalisation et sont une sélection personnelle à valeur architecturale basée sur les besoins d'espèces indigènes menacées de la ville de Bruxelles. Les dispositifs cités peuvent être applicables dans des milieux similaires à la Région de Bruxelles-Capitale.

Comme pour la végétation, les abris et nichoirs doivent être implantés selon des critères importants comme l'orientation, l'accessibilité, la distance par rapport au sol, la luminosité, la quantité de nourriture des alentours, etc.

SUR LES BÂTIMENTS

Les dispositifs à destination de la faune sur les bâtiments sont essentiellement des nichoirs à oiseaux, des gîtes à chauves-souris et des abris à insectes. Ces dispositifs peuvent être soit s'intégrer et se fondre dans la façade, soit s'ajouter comme éléments indépendants sur la façade. Dans le cas de dispositifs intégrés dans la façade, la question de l'isolation est importante. Même avec un nichoir isolé, il y aura une faiblesse thermique, mais elle est souvent négligeable vu leurs dimensions. Les mesures données ci-dessous ne sont pas immuables mais donnent une échelle.

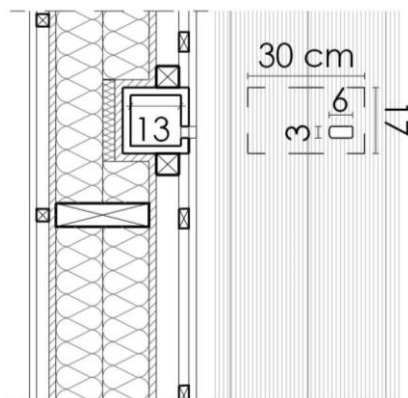
Dimensions intérieures du nichoir : L 30 x H 17 x P 13 cm

Caractéristiques du trou d'envol : L 6 x H 3 cm

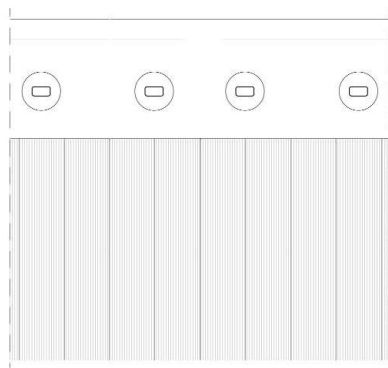
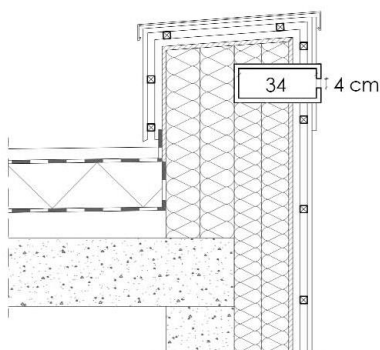
Hauteur de suspension (distance par rapport au sol) : 6-7 m et plus

Orientation : Nord, Nord-Ouest

Accessibilité : dégagée donnant sur un vide



(44) Nichoir à martinet intégré dans la façade, coupe de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de *Designing for Biodiversity*.



(45) Nichoir à martinet intégré dans l'acrotère, coupe de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de *Designing for Biodiversity*.

DISPOSITIFS POUR MARTINETS NOIRS

Le martinet noir est un oiseau migrateur venu du Sud de l’Afrique pour se reproduire dans les villes d’Europe de l’Ouest pendant les saisons chaudes, de mai à août. Cet oiseau très fidèle revient chaque saison nicher au même endroit. Il réside dans les cavités des façades comme dans les trous de boulin, dans les tuiles de rives, sous les corniches et les linteaux, etc. La disparition des anfractuosités sur les nouveaux bâtiments et les bâtiments rénovés a un impact sur cette population d’oiseaux qui voit son nombre chuter.

Or, les martinets, en plus de faire partie du patrimoine naturel belge et d’être de remarquables acrobates, sont des alliés indispensables à la régulation des populations d’insectes.³⁹

Le martinet capture jusqu’à 20 000 insectes par jour quand il nourrit ses jeunes.⁴⁰

³⁹ NATAGORA, *Nos hirondelles et martinets*, 2018.

⁴⁰ GROUPE DE TRAVAIL DES MARTINETS, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015

Nichoirs pour passereaux cavernicoles (mésange charbonnière, mésange bleue et mésange huppée, rouge-queue à front blanc, sitelle torchepot, moineau friquet et moineau domestique)

Dimensions intérieures du nichoir : L 18 x H 23 x P 18 cm

Caractéristiques du trou d’envol : \varnothing 3,2 cm - rond

Hauteur de suspension : 2m et plus

Orientation : Sud-Ouest, Sud-Est

Accessibilité : dégagée

Distance entre les nichoirs : minimum 60 cm

Nichoirs pour passereaux semi-cavernicoles (rougequeue noir, bergeronnette grise, gobe-mouches gris)⁴¹

Dimensions intérieures du nichoir : L 18 x H 19 x P 18 cm

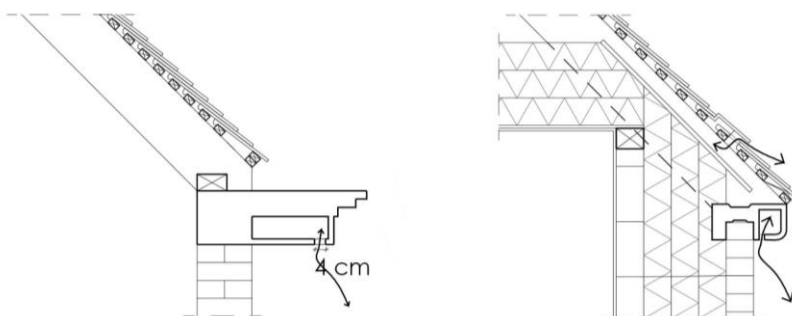
Caractéristiques du trou d’envol : L 11 x H 8 cm – semi-rond

Hauteur de suspension : 2m et plus

Orientation : Sud-Ouest, Sud-Est

Accessibilité : dégagée

Distance entre les nichoirs : minimum 60 cm



(46) Corniche existante percée + corniche spécifique et comble accessible non isolé, coupes de l’auteur, dans le cadre l’Atelier Utopies Réalisables, sur base de *Designing for Biodiversity*.

⁴¹ SCHWEGLER, *Protection des oiseaux et de la nature*, 2018.

DISPOSITIFS POUR PASSEREAUX

Les passereaux sont de petits oiseaux souvent chanteurs tels que les moineaux domestiques, les mésanges ou les rougequeue noirs.

Ces oiseaux contribuent à l'équilibre naturel en chassant les insectes. Certains mangent aussi des graminées et des végétaux.

Par exemple, une famille de mésanges consomme sur une année 70 000 chenilles et 20 millions d'insectes potentiellement nuisibles.⁴²

Certains de ces passereaux sont cavernicoles comme le moineau domestique, une espèce sédentaire vivant toujours près de l'homme et souvent installé dans les anfractuosités des façades.

⁴² SCHWEGLER, *Protection des oiseaux et de la nature*, 2018.

DISPOSITIFS POUR FAUCON PÈLERIN

Le faucon pèlerin est un oiseau présent à peu près partout dans le monde. Il avait presque disparu d'Europe à cause des pesticides, du braconnage, de la fauconnerie, entre autres. Grâce à son statut protégé, sa situation a pu être améliorée mais cette espèce reste néanmoins menacée. Le faucon pèlerin s'installe généralement au sommet de hauts édifices tels que les clochers des églises.

Ce rapace ne se nourrit que d'oiseaux, il permet de réguler le nombre de pigeons en surnombre dans les villes.⁴³

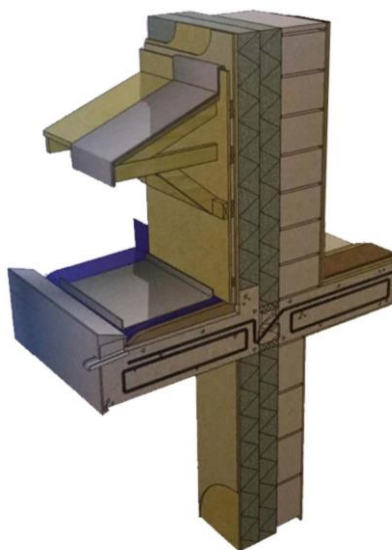
Dimensions du nichoir :

L 60 x H 90 x P 45 cm

Hauteur de suspension :

20 m et plus

Orientation : N, N-E⁴⁴



(47) Rebord à faucon sur la façade, 3D issu de *Designing for Biodiversity*.

⁴³ SCHWEGLER, *Protection des oiseaux et de la nature*, 2018.

⁴⁴ GUNNELL, MURPHY & WILLIAMS, *Designing for Biodiversity : A technical guide for new and existing buildings*, 2013.

DISPOSITIFS POUR CHAUVES-SOURIS

Sur les cinq espèces de chauves-souris vivant à Bruxelles, la pipistrelle, l'oreillard et la sérotine commune viennent loger dans les bâtiments.

Les chauves-souris ont un rôle primordial pour les écosystèmes. Elles font partie des plus importants exterminateurs d'insectes. Elles chassent au crépuscule, prenant le relais des oiseaux prédateurs diurnes.⁴⁵ Une chauve-souris chasse en moyenne plus de 3 000 insectes par nuit soit environ 1 kg par an.⁴⁶

Pour pallier à ce manque de lieu de nidification, le bâtiment peut proposer des gîtes artificiels. La proximité d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau est toujours très positive.

Les chauves-souris changent spontanément de gîte, c'est pour cela qu'il est préférable de mettre à leur disposition 3 à 5 abris pas trop éloignés les uns des autres.⁴⁷

Dimensions du gîte :

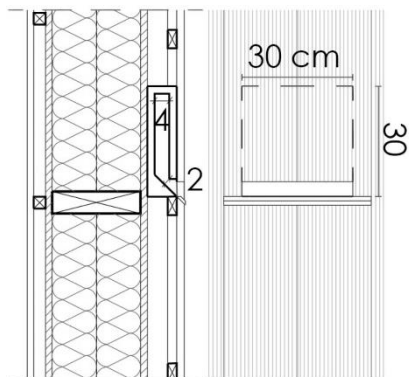
L 30 x H 30 x P 8 cm

Dimensions du trou d'ouverture : L 30 x H 2 cm

Hauteur de suspension : 3 à 6 m

Orientation : Sud (gîte peint en noir pour attirer la chaleur)

Accessibilité : dégagée⁴⁸



(48) Gîte à chauve-souris intégré dans la façade, coupe de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de *Designing for Biodiversity*.

⁴⁵ SCHWEGLER, *Protection des oiseaux et de la nature*, 2018.

⁴⁶ NATAGORA PLECOTUS, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015

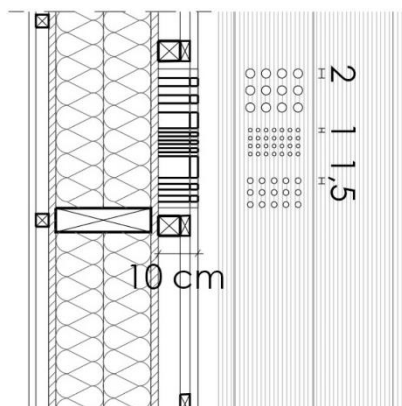
⁴⁷ SCHWEGLER, *Protection des oiseaux et de la nature*, 2018.

⁴⁸ GUNNELL, MURPHY & WILLIAMS, *Designing for Biodiversity : A technical guide for new and existing buildings*, 2013.

Longueur du rameau : 20 cm
Hauteur de suspension : 30 cm et plus
Orientation : Sud, Sud-Est

Longueur du rameau : 12 à 15 cm
Largeur du trou : de 2 à 10 - 12 mm
Hauteur de suspension : 30 cm et plus
Orientation : Sud, Sud-Est

Largeur du trou : \varnothing de 3 à 20 mm
Profondeur du trou : 5 à 10 cm
Distance entre les trous : 2 cm
Hauteur de suspension : 30 cm et plus
Orientation : Sud, Sud-Est⁴⁹



(49) Gîte à insectes intégré dans la façade, coupe de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables.

⁴⁹ NATAGORA, *Nichoires pour abeilles et guêpes solitaires*, 2006.

DISPOSITIFS POUR ABEILLES SAUVAGES

Les abeilles sont cruciales pour le système alimentaire de l'homme et pour les écosystèmes. Elles sont responsables de la reproduction par pollinisation de plus de 80 % des espèces de plantes à fleurs sauvages et 75 % des espèces cultivées.

Les abeilles solitaires nichent seules dans le sol (talus, pelouses, trottoirs, etc.), dans des tiges creuses, des trous et fentes du bois ou dans des anfractuosités des murs.

Contrairement aux idées reçues, l'installation de ruche n'est pas toujours favorable à la faune sauvage. En effet, pratiquer l'apiculture peut mettre en compétition les abeilles solitaires et les abeilles domestiques (plus agressives) s'il n'y a pas assez de nourriture (pollen ou nectar) pour les deux.⁵⁰

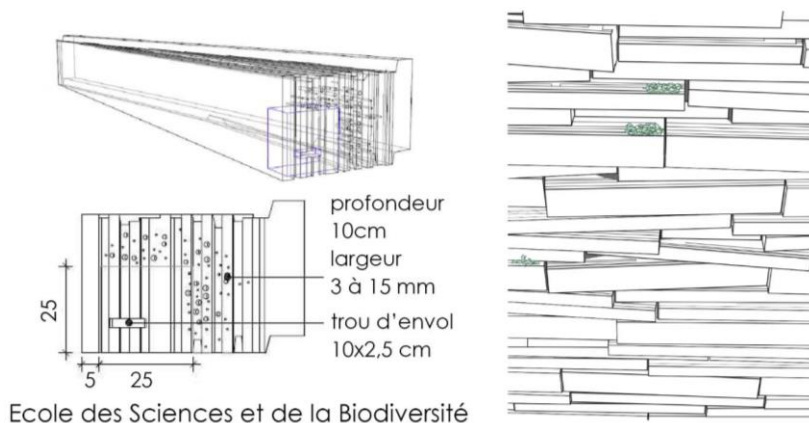
Les refuges à abeilles sont aussi favorables à d'autres espèces d'insectes solitaires.

Les espèces rubicoles nichent dans des tiges à moelle. Il convient de prendre des rameaux remplis de moelle (sureau, églantier, framboisier, buddleia, etc.), de les couper et de les mettre dans un casier.

Les espèces xylocoles nichent dans des rameaux sans moelle. Il convient de prendre des rameaux creux (roseau, bambou, forsythia, etc.), de les couper et de les mettre dans un casier fermé d'un côté.

L'utilisation de bloc de bois dur (chêne, hêtre, charme, etc.) non traité peut aussi être percé.

⁵⁰ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, *Les abeilles sauvages en Région de Bruxelles-Capitale*, 2018.



Ecole des Sciences et de la Biodiversité

(50) Blocs de béton ‘vivants’ de l’École des Sciences et de la Biodiversité, illustrations de l’auteur dans le cadre de l’atelier d’utopie réalisable, 2019.



(51) Façade ‘vivantes’ de l’École des Sciences et de la Biodiversité.

RÉFÉRENCES

Il existe de nombreux bâtiments qui intègrent des nichoirs dans leurs façades mais peu font de ces nichoirs une architecture en soi.

Voici quelques exemples de bâtiments qui font preuve d'innovation faisant de ces dispositifs une façade.

L'École des Sciences et de la Biodiversité est une école conçue par le bureau d'architecture Chartier-Dalix qui a vu le jour en 2014 à Boulogne-Billancourt.

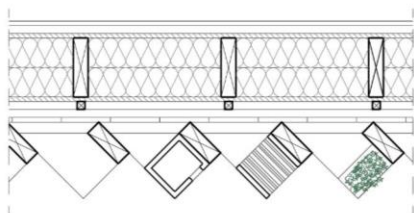
L'agence a collaboré avec le bureau d'étude en écologie Biodiversita. Ensemble, ils ont conçu des blocs de béton préfabriqués colonisables par la faune et la flore. Leur forme, texture et assemblage favorisent la nature spontanée.

Les blocs ont été déterminés suivant les différentes espèces animales et végétales étudiées sur le site et dans la région. Ils ont tous une forme et un usage prédéfini.

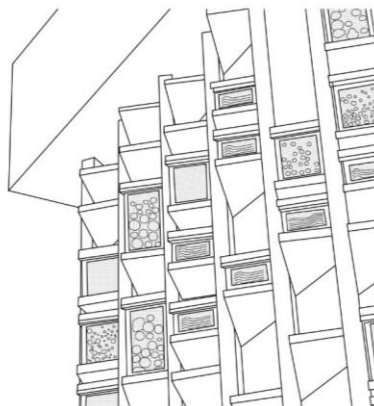
Le résultat de ce système transforme l'enveloppe du bâtiment en véritables murs habités.⁵¹

Une analyse plus poussée de cette référence est développée en annexe (cf. Annexe).

⁵¹ CHARTIER, *Une façade vivante*, s.d.



Boîtes nichoires, hôtels à insectes et jardinières



La Bourdonnerie

(53) Façade hôtel à insectes de la Bourdonnerie, illustrations de l'auteur dans le cadre de l'atelier d'utopie réalisable, 2019.



(54) La Bourdonnerie

La Bourdonnerie est un immeuble tertiaire dédié à la biodiversité et au développement durable et situé au cœur de l'écoquartier Heudelet 26 à Dijon. Il a été conçu par le cabinet d'architecte Atelier Calc et deux associations environnementales, Alterre Bourgogne et Réserves naturelles de France et inauguré en 2016.

Un hôtel à insectes de 60 m² composé de 61 casiers recouvre deux étages de la façade ouest.

Les casiers sont destinés à plusieurs espèces de pollinisateurs dont des abeilles sauvages, des papillons et des coléoptères.

La structure de cet hôtel fait 6m de haut. Les casiers en bois imputrescible biosourcé français peuvent être enfilés et retirés à volonté pour renouveler la composition.

Ils sont remplis de différentes matières ou éléments suivant les espèces attendues : terre, plantes, sable, tiges creuses (de type bambou ou bois de chêne, de bouleau, de charme qui a été percé), fagots de branches, planchettes de bois, bûches percées de trous, briques creuses.⁵²

⁵² La Bourdonnerie, Un hôtel à insectes unique en France, <http://www.labourdonnerie.fr/1-hotel-a-insectes>

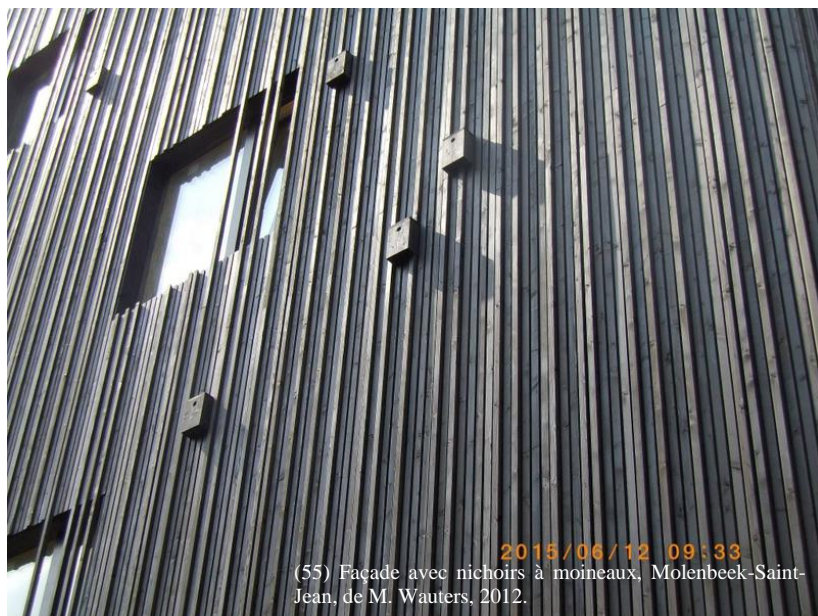
En raison de travaux pour la construction d'une crèche à Molenbeek, un imposant lierre accueillant une colonie de moineaux a été détruit en 2014.

Pour compenser la destruction de cet habitat, le bureau PT Architecten a collaboré avec le Groupe de Travail les Martinets et a proposé l'élaboration d'une façade vivante pouvant réaccueillir ces moineaux.

35 nichoirs ont été insérés dans le bardage en bois du nouveau bâtiment. Ils ont la même orientation que le lierre disparu.

Les gîtes ont directement été colonisés dès la fin du chantier en 2015 alors que les échafaudages n'étaient pas encore totalement enlevés.

Cette référence est plus modeste que les deux premières mais elle mérite tout de même de l'intérêt.⁵³



⁵³ WAUTERS, *Nichoirs intégrés: succès fulgurant d'un 1er projet!*, 2015, <http://martinew.canalblog.com/archives/2015/06/15/32220745.html>

HORS DES BÂTIMENTS

MURET DE PIERRES SÈCHES

Un mur où les pierres s'imbriquent et tiennent sans mortier est un écosystème à lui tout seul. Il absorbe et restitue la chaleur, protège du vent et sert de refuge à de nombreux petits animaux et certaines plantes qui s'installent dans les anfractuosités.

La variété des dimensions des pierres offrira une diversité de dimensions de cavités convenant à plus d'espèces.

La végétation adaptée à ce milieu s'implante plus facilement si de la terre ou quelques touffes de mousses ont été déposées de ça et là dans les joints.

Les insectes y trouvent de la chaleur et des cavités pour chasser et se reproduire. Les oiseaux en font leur terrain de chasse. Les reptiles y prennent des bains de soleil et les batraciens hibernent dans les cavités proches du sol.⁵⁴



(56) Mur de soutènement en gabion colonisé par la végétation.

⁵⁴ NATAGORA, *Le muret de pierres sèches*, 2010.

ÉCODUCS

Un écoduc est un ouvrage construit qui permet aux espèces animales et végétales de continuer leur trajectoire sans être bloquées par des obstacles façonnés par l’homme dans leur environnement comme les autoroutes ou les voies ferrées. L’objectif des écoducs est de maintenir ou rétablir une continuité écologique.

Certains écoducs sont de grandes tailles et permettent le passage de nombreuses espèces dont les grands animaux comme les chevreuils voulant traverser une autoroute qui fracture leur milieu forestier.

Mais il existe aussi des écoducs conçus pour des espèces plus ciblées souvent menacée tels que les écureuilloducs, les chiroptéroducts ou les crapauducs.

Un écoduc est plus efficace s’il est mis hors circulation humaine mais il existe néanmoins des passages qui sont aussi utilisés par des piétons ou des cyclistes.⁵⁵

Les murs de jardins bien que moins imposants que les autoroutes ou voies ferrées sont aussi des obstacles pour la faune se déplaçant au sol comme le hérisson. Dans un souci de continuité écologique, des percements de 20 cm sur 20 cm peuvent être effectués dans le bas des murs de jardin permettant à cette faune d’étendre son territoire atrophié par l’urbanisation.



⁵⁵ MAYER, Écoducs, <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/faune-ecoduc-17457/>

LUMINAIRES

Comme expliqué dans le chapitre sur les infrastructures vertes, l'éclairage trop intensif est néfaste pour la faune nocturne que ce soit l'éclairage des voiries, l'éclairage privé ou l'illumination des bâtiments publics. Elle perturbe l'orientation et la chasse de certains animaux. La lumière blanche des LED perturbe les insectes qui finissent par tourner en rond autour des points d'éclairage et sont décimés par les prédateurs déséquilibrant l'équilibre des écosystèmes. Pour remédier à cela, il est conseillé d'éclairer le plus raisonnablement possible avec des luminaires orientés vers le bas, de couleur jaune et qui s'activent grâce à des capteurs de mouvement.⁵⁶



(59) Caractéristiques des luminaires les moins nocifs pour la faune nocturne, ASTROLab.

⁵⁶ NATAGORA PLECOTUS, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015

UTILISATION PARCIMONIEUSE ET RAISONNÉE DU SOL

Plusieurs logiques d'implantation du bâti sont plus enclines que d'autres à favoriser le développement des écosystèmes. Une architecture condensée qui privilégie un développement en hauteur minimisera son emprise au sol et laissera de ce fait plus de place aux espaces en pleine terre riches en biodiversité qu'une architecture étalée horizontalement au sol qui grignota les dernières surfaces d'espaces verts. De même qu'une implantation pavillonnaire morcellera davantage les habitats naturels qu'une implantation regroupée, appauvrissant ainsi la biodiversité.



(60) Illustrations de l'écoquartier Coronmeuse provenant de la vidéo de présentation du projet réalisée par Neologia.

La conception de l'écoquartier de la presqu'île de Coronmeuse a vu le jour dans le cadre de la candidature de la ville de Liège pour accueillir l'Expo, une exposition internationale, en 2017. La candidature a été rejetée en 2012. Le projet va tout de même être réalisé pour les habitants de la ville et le chantier débutera d'ici 2023.

Ce projet conserve et étend le parc Astrid et réinvestit le patrimoine bâti en équipements publics comme le Grand Palais qui sera rénové et réaffecté en marché, librairie, restaurants, etc. et le bâtiment de l'Équerre qui accueillera une crèche, une maison de quartier, etc.

Les nouvelles constructions seront essentiellement résidentielles.

Cette implantation du nouveau bâti permet de préserver les grands espaces verts existants et les arbres remarquables.

Ces immeubles d'habitations montent au minimum sur trois niveaux et peuvent aller jusqu'à huit étages. Leur configuration forme différents îlots dont les cœurs sont végétalisés et reliés entre eux grâce aux cheminements doux arborés.⁵⁷

⁵⁷ *Le développement de Coronmeuse*, <https://www.liege.be/fr/vie-communale/projet-de-ville/grands-projets/a-venir/le-developpement-de-coronmeuse>



(61) Axonométries du projet *Un îlot dans l'îlot*, <https://ulbba1atelier09.files.wordpress.com/2011/04/references-ilot.pdf>

Le projet *Un îlot dans l'îlot* a été proposé en 2010 par Solène Le Gallo et Nicolas Lombardi dans le cadre d'un concours abordant la problématique des cœurs d'îlots industriels délaissés à Liège. Cet îlot se situe à proximité de la Gare de Liège-Guillemins. Son cœur est actuellement encombré par des infrastructures industrielles plus ou moins précaires, souvent inutilisées ou sous-utilisées. Elles seraient démantelées pour vider le cœur de l'îlot jusqu'aux limites parcellaires du bâti existant sur rue.

Cette volonté des architectes de conserver le front bâti essentiellement résidentiel sur les bords de l'îlot permet de donner un caractère intime à l'intérieur de celui-ci et de le protéger de la forte activité de la ville peu propice au développement de la biodiversité.

Les architectes souhaitent préserver au maximum ce vide en venant construire une deuxième enceinte résidentielle autour de celui-ci.

Ils appliquent un principe de miroir de l'enceinte existante et obtiennent ainsi une séquence d'espace public, bâti, jardin, jardin, bâti, espace public.

Ce projet est intéressant pour cette couronne de bâti qui vient protéger le cœur vert d'îlot. Néanmoins, celui-ci n'est pas intégré dans une maille paysagère, aucune continuité verte vers des espaces naturelles alentours n'est pensée rendant difficile le déplacement des espèces de cet habitat à un autre et inversement.⁵⁸

⁵⁸ *Un îlot dans l'îlot, ou la constitution d'un paysage public intérieur à Liège*, 2010, <http://www.cyberarchi.com/article/un-ilot-dans-l-ilot-ou-la-constitution-d-un-paysage-public-interieur-a-liege-10-02-2010-13255>

RECOMMANDATIONS SUR CHANTIER

Un chantier respectueux de la biodiversité est un chantier qui essaie de réduire le flux des terres et qui remet en état les sols. En effet, le sol d'un site est aussi vivant et important que sa surface. Il abrite une série d'organismes vivants et de nutriments indispensables au développement de la biodiversité. La modification du sol a donc un impact considérable sur ce milieu sous-terrain et par conséquent sur tout l'écosystème d'un site.

Par exemple le ver de terre qui fait partie de la première biomasse animale terrestre avec une moyenne d'une tonne de vers de terres par hectare a un rôle primordial dans la structure du sol et donc dans les fonctions de celui-ci. Leurs galeries influencent l'infiltration de l'eau dans le sol et par conséquent limitent le ruissellement et l'érosion. Les vers de terre favorisent l'aération du sol et permettent ainsi aux liquides et aux gaz d'atteindre plus facilement les racines des plantes et à ces racines de s'étendre, augmentant l'échange alimentaire entre le sol et les végétaux. Par la digestion des terres et déjections, les vers-de-terre décomposent et recyclent la matière organique et enrichissent le sol.⁵⁹

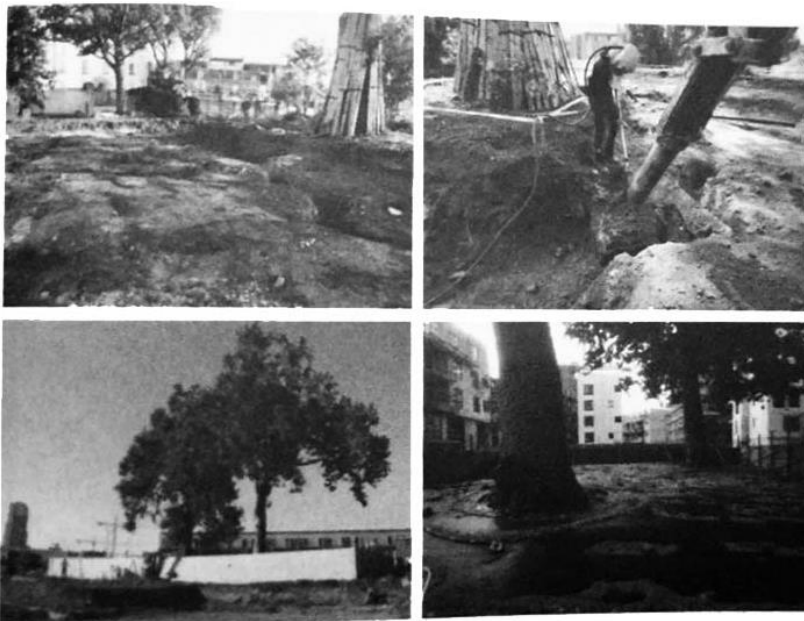
Il est important aussi de planifier un chantier en fonction des cycles biologiques des espèces présentes sur le site comme la nidification, la reproduction, ... afin d'avoir une incidence minime voire inexistante sur l'organisation des espèces. Le projet de la réhabilitation de l'église Saint Hubert de Watermael-Boitsfort (cf. px) est un bon exemple de prise en compte de la nidification du faucon pèlerin dans l'organisation du chantier.

Si un site abrite des espèces remarquables, par exemple des arbres atypiques classés, les concepteurs doivent les intégrer dans leur projet et les protéger durant le chantier. De même que si le site présente une zone d'habitat sensible tel qu'une zone humide logeant des espèces

⁵⁹ CNR & FRB, *Sagascience*. http://sagascience.cnrs.fr/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapC_p5_c1&zoom_id=zoom_c1_8.

protégées comme des tritons, cette zone doit être mise à l'extérieure de la zone d'action du chantier.

Le plan de circulation du chantier nécessite par conséquent la sauvegarde des espaces et espèces sensibles, leurs cycles biologiques et la qualité des sols.⁶⁰



(62) Protection d'arbres remarquables sur le chantier de Tivoli Green City à Bruxelles, photographie exposée lors du séminaire *Bâti et biodiversité* de Bruxelles Environnement donné en octobre 2018.

⁶⁰ APIS BRUOC SELLA, *Bâti et biodiversité*, 2018

GESTION DIFFÉRENCIÉE

La gestion des espaces verts est tout aussi importante que la création de ceux-ci. L'utilisation de pesticides comme traitement appauvrira voire détruira un espace vert et sa biodiversité alors qu'une gestion plus naturelle favorisera le développement de la biodiversité.

La gestion différenciée est une de ces approches. Elle respecte la nature et ses cycles et est moins intensive et interventionniste que des gestions plus industrielles. Elle s'inspire de techniques agricoles traditionnelles et des gestions douces et différencie la nature des soins et leur intensité à appliquer suivant le type d'espace vert. Elle privilégie les plantes sauvages, les espèces indigènes, les berges d'étang naturelles, les bosquets, les refuges pour les animaux, ...

La gestion différenciée des espaces verts permet de faire coexister harmonieusement leurs fonctions sociales, récréatives, éducatives, paysagères et écologiques.

Par exemple, elle favorise une fauche annuelle pour les zones herbacées plutôt qu'une tonte systématique. En effet, la tonte systématique pousse une zone herbacée à se monospécifier en la transformant en pelouse rase pauvre en biodiversité qui n'est pas pertinente écologiquement.⁶¹



(63) Parc André Citroën, Jardin en mouvement, Gilles Clément.

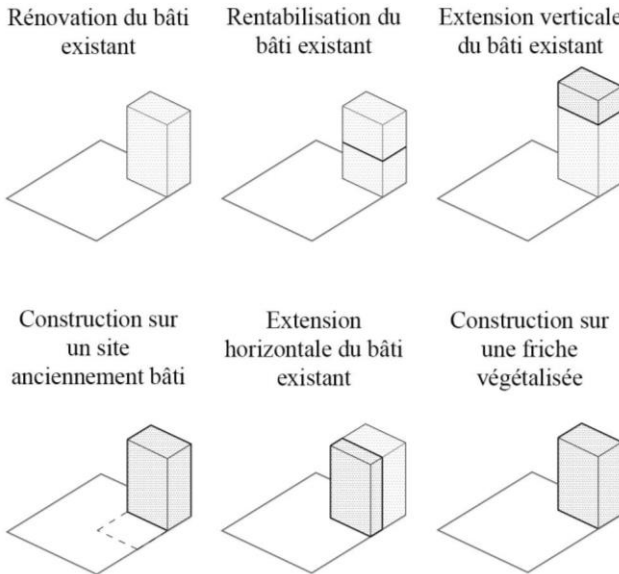
⁶¹ APIS BRUOC SELLA, *Bâti et biodiversité*, 2018



(64) Friche de Gare de l'Ouest, Bruxelles.

FRICHES

Comme énoncé précédemment, la volonté de ce travail de fin d'études est de mettre en avant des concepts, outils et dispositifs qui permettraient d'allier la densification de la biodiversité avec celle de la ville. La densification de la ville conduit à des réflexions sur les manières de procéder.



(65) Procédés de densification urbaine, axonométrie de l'auteur dans le cadre du Travail de fin d'étude.

Ce travail va s'interroger sur la réaffectation des friches en gardant en ligne de mire la biodiversité.

Ces terrains en transition riches en potentiels et en imaginaires sont complexes et paradoxaux. Pour mieux se positionner par rapport à ceux-ci, il est important de les définir et de comprendre leur fonctionnement.

*La friche : espace de vie laissé au libre développement des espèces qui s'y installent.*⁶² (Gilles Clément)

Les friches apparaissent suite à l'abandon de terrains anciennement exploités par l'homme. Ces terrains pouvaient avoir différentes affectations (activité agricole, industrielle, urbaine, touristique, ...) En milieu urbain, ce sont souvent des lieux en attente d'affectation ou d'exécution de projets. Ces délais sont fréquemment liés aux approvisionnements budgétaires et aux décisions politiques.

Les friches sont fortement liées à la notion de temps. Une friche a un passé historique qui a laissé, par ses fonctions des traces que ce soit dans les sols (relief, pollution), dans le bâti ou dans l'esprit. Cette histoire donne une image, un caractère qui s'inscrit dans la culture de son lieu et dans son contexte. La friche est en constante évolution et change dans son apparence et ses usages. Le statut de friche est incertain et peut, dans un futur plus ou moins proche être perdu pour regagner un statut d'affectation, ce qui mène la friche dans un état transitoire.

Comme cité plus haut, dans la définition de Gilles Clément, les friches se voient colonisées spontanément par un ensemble d'êtres biologiques sans intervention humaine. Ces refuges pour la biodiversité sont en perpétuelle évolution. Un jeune délaissé se voit rapidement envahir par des espèces pionnières qui laissent leur place à des espèces de plus en plus stables pour arriver à une certaine pérennité. Ces espèces pionnières sont des espèces à cycles rapides (trèfles, graminées, tanaïsie, panais, etc.) qui préparent l'apparition des suivantes dont les cycles augmentent (ronces, orties, framboisiers, carottes sauvages, berces, etc.) jusqu'à ce que s'installe un équilibre (prunelliers, sureaux, aubépines, etc.) pour atteindre finalement un type forestier.

Le temps est un facteur important au développement de cette biodiversité, comme son contexte, son sol, son passé, etc.

Une friche forme un paysage souvent hétérogène et chaotique pouvant évoluer jusqu'à se transformer en forêt. Toute cette végétation donne des fleurs et des fruits qui constituent un véritable garde-manger pour

⁶² CLÉMENT, *Le jardin en mouvement*, 1991.

la faune. Les friches ont le potentiel ou sont des réserves biologiques rares et précieuses en ville.

Pourtant, celles-ci sont souvent perçues comme dévalorisantes et insécurisantes en raison de leur apparence et usage (décombre, délaissé, décharge, terrain vague, ...) et peuvent entacher l'image d'un quartier.

Ces lieux sont aussi une réelle réserve de terrains à bâtir à prendre en considération en vue d'assurer l'essor démographique. Ces lieux sont des espaces potentiels de projets rares en ville et par conséquent intéressants. Ils permettraient de densifier la cité sur elle-même sans devoir grignoter de nouveaux espaces naturels situés en périphérie.

C'est pourquoi, le devenir des friches fait débat. D'une part, il est sensé de les préserver en tant que réserves naturelles et respirations dans une ville minéralisée et dense. D'autre part, il est correct de penser les construire dans une ville qui a besoin de nouveaux bâtiments et infrastructures.

Dans le premier avis, deux positions sont aussi contradictoires : laisser la nature se développer sans l'intervention de l'homme au bénéfice peut-être de cette image négative d'abandon ou les retravailler en tant qu'espaces verts maîtrisés où le statut et l'intérêt de la friche sont perdus.

Il est judicieux de penser au cas par cas. En effet, une friche de par son passé, sa situation, ... n'est peut-être pas d'une grande richesse biologique et serait plus intéressante réaffectée/domestiquée/remaniée/retravaillée. Alors qu'un site peut inversement être plus attrayant en tant que friche suivant son contexte.

L'intérêt du travail qui suit est de trouver un juste équilibre entre ces différentes positions en réalisant une nouvelle intervention sur une friche. L'objectif va être de préserver les éléments paysagers intéressants biologiquement, de construire avec parcimonie et raisonnablement, d'intensifier la biodiversité dans les espaces non construits, et de compenser et amplifier la biodiversité sur le bâti pour qu'au final la biodiversité après intervention soit plus riche que celle de la friche initiale.

PARTIE II

ÉTUDE DE CAS : L'ÎLOT SHELL

L'îlot Shell se situe dans la région de Bruxelles-Capitale. Avant d'étudier son cas, il est important de poser un état des lieux de la biodiversité de Bruxelles.

Bruxelles est considérée comme une des capitales les plus « vertes » d'Europe avec 50 % de sa superficie sous couvert de végétation, ce qui équivaut à environ 8000 hectares.⁶³

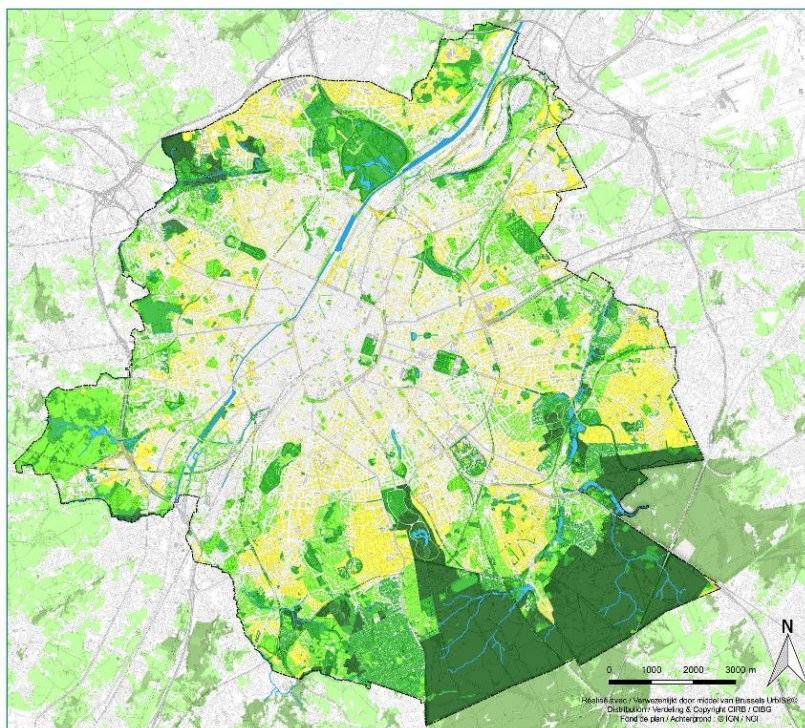
Les principaux espaces verts sont situés en périphérie. Au plus nous nous rapprochons du centre-ville, au plus les espaces verts se morcellent et se raréfient pour atteindre un centre très minéral. Ces espaces verts peuvent prendre plusieurs formes : bois et forêts, parcs et espaces verts publics, jardins privés, terres agricoles, friches, terrains de jeux ou cimetières.

La diversité de ses espaces verts attire de nombreuses espèces animales et végétales⁶⁴ :

- ± 50 espèces de mammifères
- 19 espèces de chauves-souris sur 23 en Belgique
- ± 100 espèces d'oiseaux nicheuses
- 8 espèces de reptiles
- 9 espèces d'amphibiens
- ± 135 espèces d'abeilles sur 380 en Belgique
- 69 espèces de papillons
- ± 900 espèces de plantes supérieures soit la moitié de la flore belge
- ± 1 290 espèces de champignons
- 57 espèces de lichens

⁶³ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015

⁶⁴ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, *Bâti et biodiversité*, 2018



Réseau écologique bruxellois

- Zones centrales
- Zones de développement
- Zones de liaison

Autres zones de l'infrastructure verte régionale

- Autres zones sous couvert de végétation

Infrastructure verte en périphérie de la Région

- Zones sous couvert de végétation ligneuse
- Zones sous couvert de végétation herbacée

(66) Carte du réseau écologique bruxellois, Bruxelles Environnement – IBGE, 2011.

Cependant, la crise de la biodiversité n'épargne pas la ville de Bruxelles.

Les habitats naturels sont menacés entre autres par leur fragmentation ou destruction causées par l'urbanisation croissante et par la réduction des espaces non bâtis. En Région de Bruxelles-Capitale, la superficie non bâtie a diminué de 17% entre 1980 et 2003.⁶⁵

La réduction des espaces verts entraîne une fréquentation accrue de ces derniers, ce qui perturbe leur équilibre.

En plus de la pollution et du changement climatique, l'invasion d'espèces exotiques menace la faune et la flore locale. La coccinelle asiatique, la renouée du Japon et la berce du Caucase sont des exemples d'espèces exotiques invasives.

Ces phénomènes fragilisent la biodiversité de Bruxelles. Environ 50 % des mammifères, 30 % des oiseaux, 75 % des reptiles et amphibiens et 30 % de la flore sauvage sont vulnérables, en recul ou menacés d'extinction.

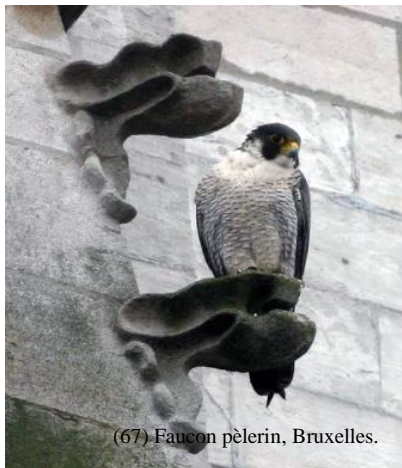
Certains animaux ou végétaux sont plus sensibles à ces changements car ils ont besoin d'habitats spécifiques pour vivre. C'est le cas du coucou, du pouillot siffleur et de l'hirondelle de fenêtre qui sont davantage touchés que d'autres espèces vivant dans des habitats plus génériques.

Des mesures de protection prises pour certaines espèces vulnérables portent leurs fruits. Par exemple, le faucon pèlerin revient dans la ville de Bruxelles.

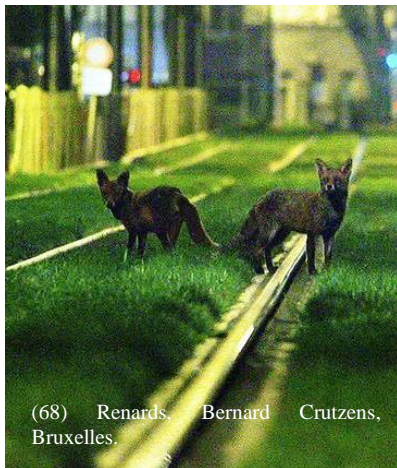
La végétation se raréfie surtout dans les milieux ouverts qui s'appauvrissent et s'assèchent et dans les zones humides dont la qualité de l'eau est impropre.⁶⁶

⁶⁵ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015

⁶⁶ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, *La biodiversité à Bruxelles*, 2015



(67) Faucon pèlerin, Bruxelles.



(68) Renards, Bernard Crutzens, Bruxelles.



(69) Iris jaune.



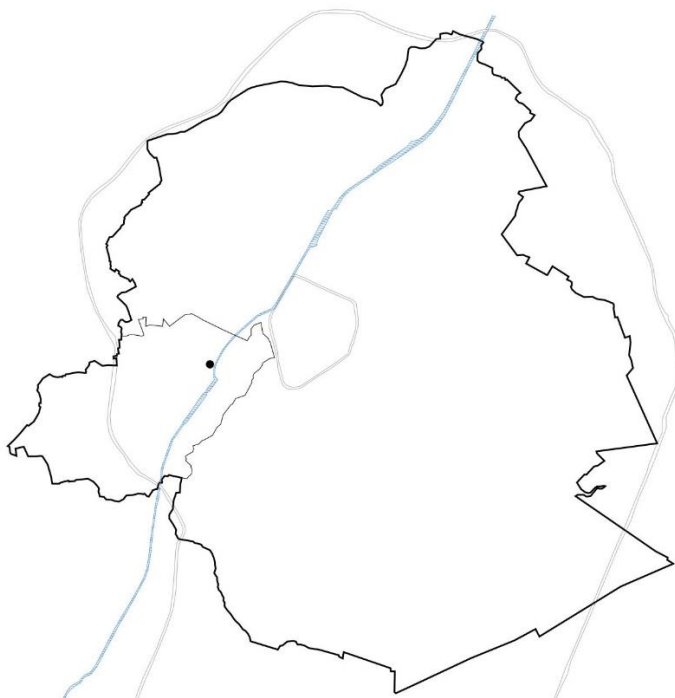
(70) Bourdon terrestre, Le jardin scope.

EXISTANT

CONTEXTE

L'îlot Shell est une friche industrielle végétalisée de 1,6 ha servant autrefois de stockage d'hydrocarbures de la compagnie Shell.

Ce terrain se situe au cœur de la commune d'Anderlecht dans une zone industrielle qui borde le canal Bruxelles-Charleroi implantée en plein quartier résidentiel populaire.



(71) Localisation de l'îlot Shell, production personnelle réalisée dans le cadre du TFE.

CARREFOUR DE CUREGHEM

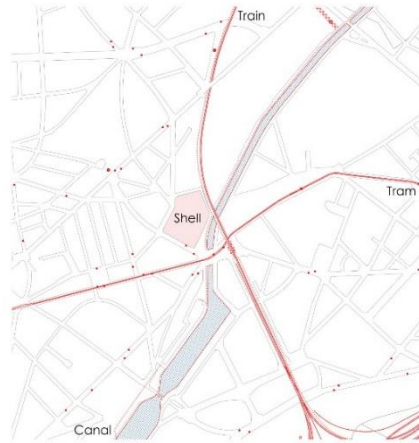
Le site voisine le carrefour de Cureghem, nœud multimodal intéressant. En effet, ce carrefour est à la croisée du canal Bruxelles-Charleroi, de la ligne de chemin de fer L28 qui relie la gare du Bruxelles-Midi à la gare de Schaerbeek en passant par l'Ouest de Bruxelles et d'axes routiers importants comme la chaussée de Mons.

Le canal est longé par une piste cyclable et la ligne L28 se verra complétée dans le futur d'un RER vélo.

La gare de Cureghem aujourd'hui inutilisée, se verra réaffectée en gare RER.

Le carrefour est aussi un arrêt clé pour les lignes de tram et de bus.

Cette situation particulière fait de ce lieu, un point d'entrée et de sortie du centre de la ville de Bruxelles vers la périphérie. Ce qui propulse ce quartier à l'échelle régionale.



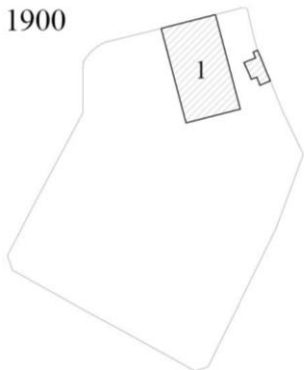
CARREFOUR MULTIMODAL

• Arrêts de métro - Arrêts de bus/tram ■ Station — RER vélo

(72) Mobilité, élèves de l'Atelier Utopies réalisable.

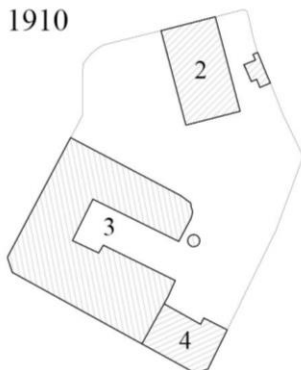
HISTORIQUE DE L'ÎLOT

1900



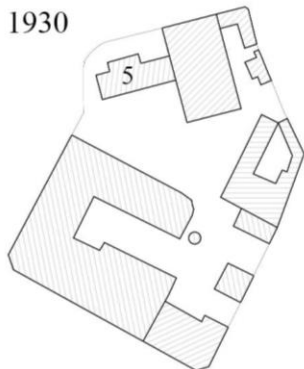
1. Ateliers, hangars, magasin de charbon

1910



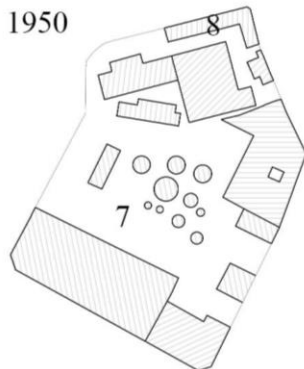
2. Manufacture de cuirs à chapeaux puis S.A. Tannerie et maroquinerie belge
3. Manufacture royale de bougies de la cour
4. Habitations

1930



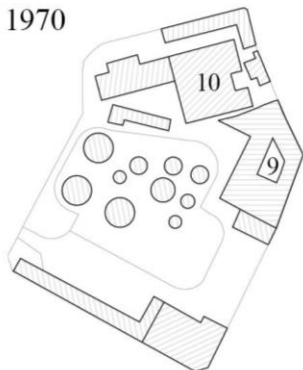
5. Atelier de bombage de glace et de verre

1950



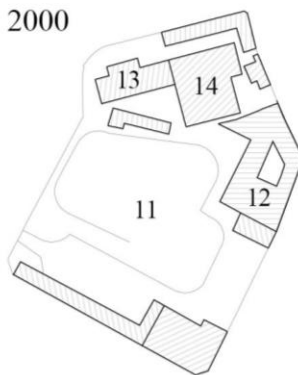
7. Stockage d'hydrocarbures Shell
8. Habitations

1970



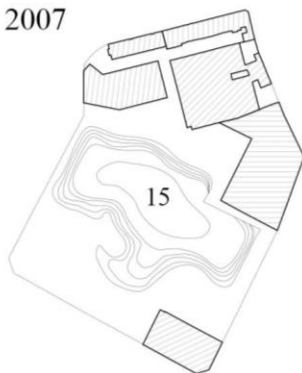
- 9. Bâtiment industriel de Bonneterie
- 10. Fabrication de structures métalliques et de parties de structures de Mertens Verhulsel

2000



- 11. Friche
- 12. Archives de l'Etat
- 13. Concessionnaire Honda
- 14. Hangars vides

2007



- 15. Dépollution partielle du sol par excavation des terres

(73) Historique de l'îlot Shell, production de l'auteur établie sur base de photographies de Brugis.

BIODIVERSITÉ

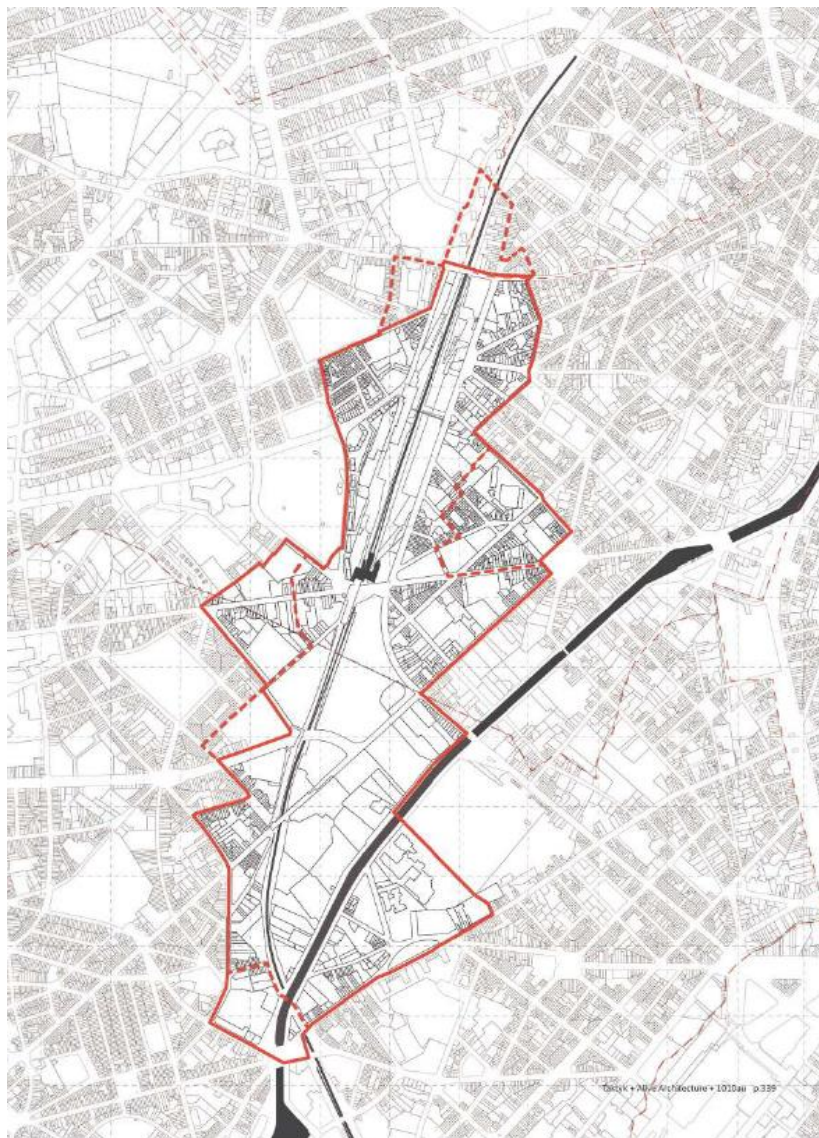
L'îlot Shell se trouve en fond de vallée sur l'ancien tracé du Broekbeek. Suite au passé polluant du site, le terrain a été en partie dépollué par excavation en 2007, ce qui a fortement modifié le relief et a mis sous eau une partie de la parcelle. Ce nouvel écosystème a permis le développement d'une végétation de marais rare en centre-ville.

Une étude plus approfondie de la biodiversité sur le grand territoire et sur la parcelle sera expliquée ultérieurement.

La biodiversité intéressante et l'endroit stratégique de l'îlot Shell ont motivé le choix du site de projet.



(74) Friche Shell, photographie de l'auteur, 22/03/2019, 10 : 00.



(75) Périmètre du CRU Gare de l'Ouest, CRU, 2017.

APPROCHE URBANISTIQUE

Le quartier du carrefour de Cureghem, de part sa situation particulière, a fait l'objet de nombreuses études et propositions urbanistiques. Il est intéressant de les étudier pour ancrer le projet de fin d'études dans une dynamique existante.

CRU GARE DE L'OUEST⁶⁷

Le Contrat de Rénovation Urbaine de la Gare de l'Ouest s'étend sur les communes de Molenbeek-Saint-Jean, de Koekelberg et d'Anderlecht et date de 2017.

Synthèse de l'analyse du quartier :

Logement

- Quartier très dense : > 18 000 hab/m²
- Faible superficie par logement : 66 – 71 m²
- Faible superficie par habitant : < 30 m²/hab
- Appartements et maisons louées
- Population jeune avec enfants en bas âge/cosmopolite/précarisée
- Peu de logements sociaux

Equipements

- Parcours d'une traversée du canal et du chemin de fer
- Riche en patrimoine industriel
- Manque d'enseignement fondamental
- Manque du nombre de places pour la petite enfance
- Equipement jeunesse loin des franges urbaines de la ligne ferroviaire
- Très peu d'équipement culturel
- Peu d'équipement sportif

Environnement et santé

- Sols principalement minéralisés et pollués

⁶⁷ CRU Gare de l'Ouest, 2017

- Zone à risque d'inondation (collecteur du Broekbeek)
- Maillage écologique qui fait le lien entre les trois vallées : vallée canalisée/vallée ferroviaire/vallée cultivée

Stratégies :

1. Valoriser l'existant : lieux stratégiques à identifier et valoriser
2. Ancrer des hubs (pivots entre dynamiques locales et régionales) : série de hubs à valoriser afin de les intégrer dans une logique territoriale
3. Faire réseau

Projets sur les friches :

- Logements
- Gare RER Cureghem : réaffectation du rez-de-chaussée pour un local associatif socio-culturel
- Réaménagement du carrefour Biesterock
- Maison du peuple
- Rénovation des halles rue des orchidées pour des activités productives et d'équipement

Rapport d'incidence : nature et biodiversité

- Manque important d'espaces verts accessibles au public
- Périmètre pauvre en zones vertes
- Renforcer la présence de nature au niveau des bâtiments et de leurs abords (cf. Plan Région Nature étudié ultérieurement).
- Conserver les espaces de pleine de terre présents actuellement (friche ferroviaire et intérieurs d'îlot).
- Créer de nouveaux espaces verts, notamment par la mise en valeur des espaces résidentiels, des intérieurs d'îlot, des toitures, des façades, ainsi que de nouveaux espaces verts publics (cf. PRDD étudié ultérieurement).
- Aménager de nouveaux espaces verts accessibles au public, particulièrement la friche ferroviaire (moyennant vérification de la pollution du sol) tout en conservant sa valeur écologique et son rôle de connecteur linéaire au sein du réseau écologique bruxellois.

- Renforcer les connectivités entre les espaces verts existants (cf. PRDD).



(78) Périmètre du PPAS Biestebroek, PPAS, 2014.

PPAS BIESTEBROECK⁶⁸

Le Plan Particulier d'Affectation du Sol « Biestebroeck » se situe au Sud-Est de la commune d'Anderlecht autour du bassin Biestebroeck. Il a été établi en 2014.

Le site délimité par le périmètre du PPAS se trouve à la jonction entre les collines urbanisées d'Anderlecht et la plaine industrialisée de la vallée de la Senne. Cette rencontre confronte une rive gauche densément bâtie et habitée à une rive droite peu dense et pratiquement inhabitée.

Enjeux :

1. Réalisation d'un nouveau quartier : activités industrielles et portuaires, logements, commerces et équipements.
2. Renforcement des liens visuels et physiques entre les quartiers d'Anderlecht situés de part et d'autre du canal.

Station RER + tête de Biestebroeck = articulation entre les échelles locales et résidentielles, entre l'échelle paysagère et industrielle
Croisée des axes viaires, ferré et fluvial = lien entre le Nord et le Sud, l'Est et l'Ouest

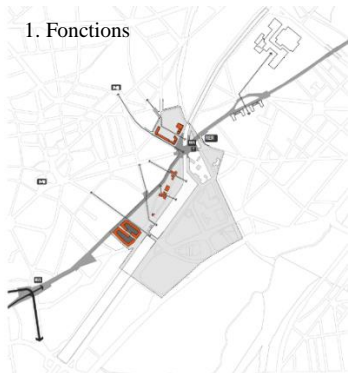
→ Typologie nouvelle, dense et intense

Six projets thématiques :

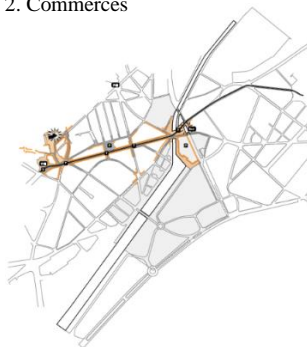
1. Le Canal, lieu de cohabitation et de continuité des fonctions urbaines :
Multifonctionnalité logements/ activités économiques de la voie d'eau
2. La rue Wayez, une artère commerciale qui rayonne au-delà de la rive gauche
3. Le pont de Cureghem, nouvelle centralité intermodale
4. Le boulevard industriel, pôle économique et entrée de ville
5. La vallée de la Senne, plaine dans laquelle se poursuit la continuité verte

⁶⁸ PPAS Biestebroeck, 2014

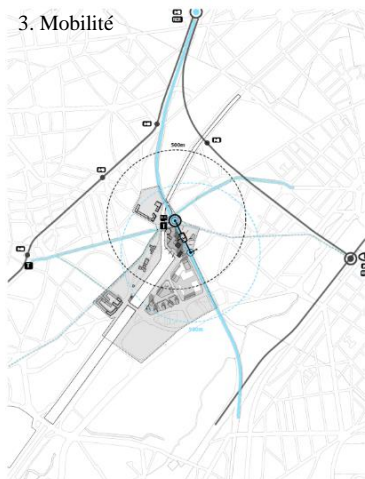
1. Fonctions



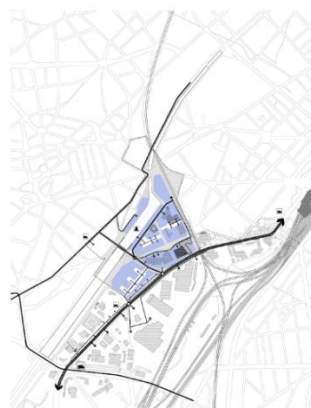
2. Commerces



3. Mobilité



4. Pôle économique



5. Continuité verte



(79) Schémas issus du PPAS Biestebroeck, 2014.

MARINA⁶⁹

Le projet immobilier The Dock a proposé un projet de marina sur l'îlot Shell. Le projet se compose de 302 logements, un hôtel 3 étoiles, une crèche pour 48 enfants, des commerces de proximité, des espaces Horeca, 345 places de parking voiture, 600 places de parking vélo et une marina pour 45 bateaux de plaisance.



(80) Modélisations 3D de la Marina, The Dock.

Le projet a pour but de redynamiser cette zone industrielle du canal, de mixer les classes sociales et de concurrencer l'activité de plaisance du nord du canal pour développer le tourisme fluvial bruxellois.

Ce projet a été ardemment critiqué par les habitants de la commune d'Anderlecht voyant la marina comme un complexe inadapté aux besoins de la population pauvre du quartier. Elle ne ferait que l'écarter au profit d'une nouvelle population aisée sans créer de lien entre les deux.

En mars 2018, un recours a été introduit contre la décision favorable de la commission de concertation d'accorder le permis d'environnement. Suite à cela, le collège de l'Environnement a jugé le dossier de la marina incomplet, empêchant de prendre une décision en toute connaissance de cause.

La situation n'a plus évolué depuis.

La marina est surtout un appât visant à valoriser le prix de vente des appartements qui la borde et une offre tout à fait inadaptée à ce

⁶⁹ PPAS Biestebroek, 2014

quartier populaire. Cette marina ne répond ni aux besoins des habitants, ni à ceux des plaisanciers. (Claire Scohier d'Inter-Environnement Bruxelles)

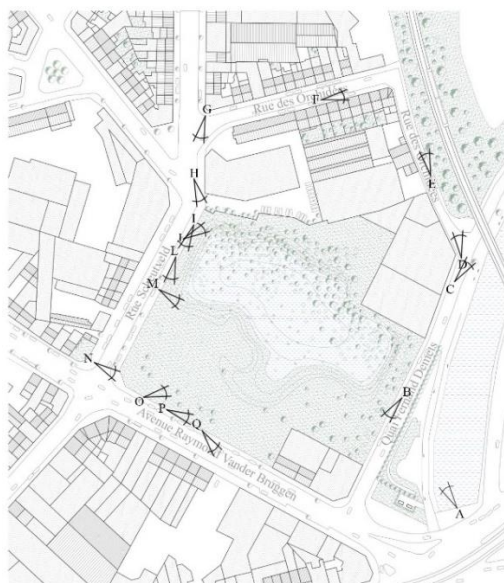
APPROCHE SENSIBLE

L'approche sensible qui va suivre est un ressenti personnel de l'auteur suite aux visites sur site. Toutes les photographies, sauf spécification contraire, ont été prises par l'auteur.

PERÇU

L'exercice qui suit est un parcours photographié autour de l'îlot Shell. Il met en relation, à chaque séquence, deux photographies prises au même endroit mais à quelque mois d'intervalle (22/03/2019 et 17/05/2019) afin de prendre en compte les aperçus visuels qui diffèrent entre une végétation bourgeonnante du mois de mars et une végétation fournie du mois de mai.

La description sensible commentant chaque séquence est le ressenti de la visite de site du 17 mai 2019.



(81) Positions des prises de vue, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.



A – Quai Fernand Demets

Le carrefour de Cureghem est un exemple significatif du stress ambiant que peut engendrer Bruxelles. Les voitures klaxonnent, les camions font crisser leurs pneus devant un feu qui passe au rouge, les feux de signalisation émettent des bruits répétitifs qui s'accroissent lorsqu'un de ceux-ci passe au vert pour que les piétons se pressent avant d'être de nouveau bloqués entre deux bandes de circulation, les trains de marchandises font trembler le sol.

La friche Shell est visible depuis le pont mais est cachée derrière un alignement de peupliers et est délimité à gauche par un immeuble d'appartements accueillant une laverie au rez-de-chaussée et à droite par le bâtiment industriel en briques rouges des archives de l'État haut de 20 m.

Une odeur de pots d'échappement flotte dans l'air à laquelle vient se mêler l'odeur de verdure et d'urine que dégage le petit espace public qui longe la berge.



B – Relation entre la friche et le quai Fernand Demets

Le bruit des moteurs des véhicules roulant sur le quai est quasi constant. Les klaxonnements du carrefour se sont déjà atténués et le chant des oiseaux avec beaucoup de concentration, émerge en musique de fond.

Le trottoir étroit oblige le passant à frôler la végétation qui s'échappe des grilles de la friche.

La végétation buissonnante et arbustive de ce côté de la friche et le fait que le niveau du trottoir soit au même niveau que la friche ne permettent pas d'avoir une vue d'ensemble sur celle-ci.

Le bâtiment en contact avec la friche est un ancien mitoyen aveugle sans travail de finition.



C – Pont

Le pont en acier du chemin de fer qui enjambe le paysage dégagé du canal participe à l'identité industrielle du quartier.



D – Carrefour rue des Orchidées et quai Fernand Demets

Dès le tournant dans la rue des Orchidées, l'ambiance s'adoucit et à part les quelques voitures et le passage du train, le chant des oiseaux domine le bruit ambiant sur un fond de circulation provenant du quai. Les oiseaux sont les seuls à animer la rue de ces entrepôts inoccupés en volant des toits des bâtiments au talus foisonnant de végétation.



E – Talus du chemin de fer

L'ambiance de ce passage se démarque clairement du reste de l'îlot par la fraîcheur de ses arbres, arbustes et buissons. Cette masse végétale, alors qu'elle laisse apercevoir les rails et les trains qui passent au mois de mars, crée en mai un écran vert presque opaque dissimulant l'activité ferroviaire



F – Maisons mitoyennes rue des Orchidées

Les bruits des oiseaux se sont atténués. Cette petite rue calme de maisons mitoyennes hautes de deux étages contraste très fort avec le carrefour de Cureghem qui se trouve de l'autre côté de l'îlot.

Les habitants ne semblent pas s'être appropriés leur rue. Il n'y a aucune balconnière, plante grimpante, décoration d'entrée, etc. Des voitures garées longent presque l'entièreté des trottoirs.



G – Carrefour Brasseries Atlas

L'extrémité de la rue des Orchidées s'ouvre sur un carrefour plus fréquenté qui donne sur les anciennes brasseries Atlas, éléments forts du paysage du quartier avec la partie la plus haute allant jusqu'à 30 m. Elles font partie du patrimoine industriel du quartier.



H – Angle Honda

La rue Scheutveld est accompagnée d'un bruit fréquent de voitures mais, à quelques mètres de la friche, un concert de gazouillis emplit l'espace.

Ce coin de la friche offre une vue en mai assez fermée sur son étendue, ne laissant rien paraître de son paysage.



I – Relation entre la friche et la rue Scheutveld

Cette vue assez fermée s'ouvre au fur et à mesure du parcours, dévoilant petit à petit le paysage de la friche.



J – Mitoyen Honda

La séparation entre la friche et le concessionnaire Honda est constituée d'un patchwork de murs de jardins allant du mur en brique à la palissade temporaire en bois.



K – Excavation

L'excavation des terres polluées a modelé le terrain en différents niveaux et a mis sous eau la partie la plus basse du site. Cette zone humide est aujourd'hui peuplée de végétation spécifique dont le roseau offrant un paysage tout à fait particulier.



L – Maisons mitoyennes rue Scheutveld

Les habitations mitoyennes à trois étages de l'autre côté de la rue ont une vue assez ouverte sur la friche et ce jusqu'au canal avec un filtre des peupliers entre les deux.



M – Excavation

La prise de hauteur par rapport à la friche et la végétation basse sur cette partie du terrain permet d'avoir une bonne vue d'ensemble et de comprendre les différents milieux naturels qui se sont créés. À droite sur la zone non inondée pousse une végétation herbacée basse. Les roseaux ont colonisé le milieu sous eau alors qu'une végétation arbustive qui tend vers des jeunes arbres dont des saules, forme une masse plus importante.



N – Angle publicitaire

Alors que presque tout le terrain est en friche, le coin qui relie la rue Scheutveld à l'avenue Raymond Vander Bruggen est soigneusement entretenu et accueille un panneau publicitaire comme pour cacher l'état du site aux automobilistes.

Ce carrefour oblige les véhicules à freiner et démarrer. Il croise des axes routiers plus fréquentés créant une ambiance très bruyante.



O – Ancienne dalle

Une partie de la dalle des anciennes installations Schell est encore visible.

Le bâtiment des archives de l'État se compose d'une série d'ouvertures de service sur la friche n'offrant pas de vue sur celle-ci.



P – Relation entre la friche et l'avenue Raymond Vander Bruggen

Comme avec la rue Scheutveld, l'Avenue Raymond Vander Bruggen et la friche ne sont séparées que d'une fine grille.

Le contact entre le bâtiment et la friche est de nouveau un pignon aveugle sans relation avec le terrain. Ce bâtiment est un magasin de meubles d'intérieur.



Q – Avenue Raymond Vander Bruggen

Cette avenue longe des immeubles d'habitations avec des commerces au rez-de-chaussée. En plus du bruit des véhicules, les voix des commerçants et des passants et les bruits de mécanique du garage d'automobiles viennent animer l'endroit. Le chant des oiseaux n'est de nouveau audible qu'avec de la concentration.

VÉCU

De même que l'exercice précédent, l'analyse du vécu des habitants et passants qui suit est une interprétation personnelle de l'auteur basée sur des observations sur site sans témoignages des habitants.



(116) Positions des lieux, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.



A – Lieu d'arrêt

L'espace public liant le carrefour de Cureghem et l'îlot Shell ne propose presque aucun banc pour s'arrêter. Pourtant, ce lieu bien orienté offre une vue dégagée sur le canal.

La proximité du carrefour et des bulles à verre n'incite pas les personnes cherchant la quiétude, à profiter des bancs disponibles à cet endroit mais à s'installer plus loin sur le sol.

Malgré ce mauvais aménagement et entretien, le lieu est tout de même faiblement fréquenté par des enfants ou des personnes de passage.





B – Lieu de passage

La berge du canal est fréquentée par les usagers de la piste cyclable et piétonne qui longe le canal.



C – Passage buissonnier

D – Appropriation citoyenne

La friche, de par ses grillages et son état, est un délaissé du quartier. Néanmoins, quelques petites appropriations sont tout de même présentes comme la présence de pots de fleurs accrochés sur une partie des grilles.



E – Décharge clandestine

La friche est polluée de déchets encombrants et légers, la transformant en décharge clandestine et salissant davantage son image.

APPROCHE ÉCOLOGIQUE

Plusieurs politiques urbaines favorisant la biodiversité en ville ont mis en place des plans de développement de la nature dans la Région de Bruxelles-Capitale. Il est intéressant de les relever pour intégrer au mieux le projet de l'îlot Shell dans un maillage vert et bleu solide et sensé.

PLAN RÉGIONAL NATURE 2016

Le Plan Nature a été instauré par la Région de Bruxelles-Capitale dans le but d'orienter les politiques et de sensibiliser les Bruxellois en faveur de la biodiversité, de la protection et du développement de la nature.

Il a été approuvé par le Gouvernement le 14 avril 2016. Avec une vision à long terme, le Plan Nature a été planifié jusqu'à l'horizon 2050 avec des objectifs concrets pour 2020.

Horizon 2050

- *Une Région verte jusque dans son cœur, où la nature est accessible à tous ses habitants.*
- *Une Région où toutes les formes de nature ont leur place et où les habitants sont conscients de la valeur de leur patrimoine naturel et le respectent.*
- *Une Région où les investisseurs et les pouvoirs publics considèrent ce patrimoine naturel comme un atout pour l'attractivité et le développement durable de la ville.*
- *Une Région où, grâce aux actions de conservation/restauration, le patrimoine naturel est riche et diversifié. Les éléments de la diversité biologique constituent aussi le socle de nombreux services à la base du développement humain et du bien-être.⁷⁰*

⁷⁰ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, *Plan Nature*, 2016

Objectifs 2020

1. *Améliorer l'accès des Bruxellois à la nature : que chaque Bruxellois dispose d'un espace vert accessible et accueillant de plus de 1 hectare à moins de 400 mètres de son habitation et de moins de 1hectare à moins de 200 mètres.*
2. *Consolider le maillage vert régional : préserver le caractère vert de la Région et renforcer la cohérence du réseau écologique bruxellois afin d'offrir les conditions nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes et à l'expression d'un haut niveau de biodiversité, au profit de la qualité de vie en ville et de l'attractivité de la Région.*
3. *Intégrer les enjeux nature dans les plans et projets : améliorer la prise en compte de la nature et des maillages vert et bleu dans les plans et projets, y compris en dehors des zones protégées.*
4. *Étendre et renforcer la gestion écologique des espaces verts : améliorer la gestion des espaces publics et assurer une cohérence entre les approches des nombreux gestionnaires.*
5. *Concilier accueil de la vie sauvage et développement urbain : maintien ou rétablissement des habitats naturels et des espèces dans un état de conservation favorable ainsi que réduction des nuisances par les espèces problématiques.*
6. *Sensibiliser et mobiliser les Bruxellois en faveur de la biodiversité : développer, en bonne entente avec les acteurs de terrains, une stratégie globale de communication qui identifiera les messages clés à porter ainsi que les publics à cibler en priorité. L'objectif vise également à favoriser le respect des espaces verts publics et de leurs équipements.*
7. *Améliorer la gouvernance en matière de nature : développer la transversalité et la cohérence des approches en facilitant les rencontres et les échanges entre les acteurs responsables de la gestion des espaces verts et de l'espace public ainsi que des acteurs publics et privés du développement et de l'aménagement de la Région.⁷¹*

⁷¹ BRUXELLES ENVIRONNEMENT, *Plan Nature*, 2016

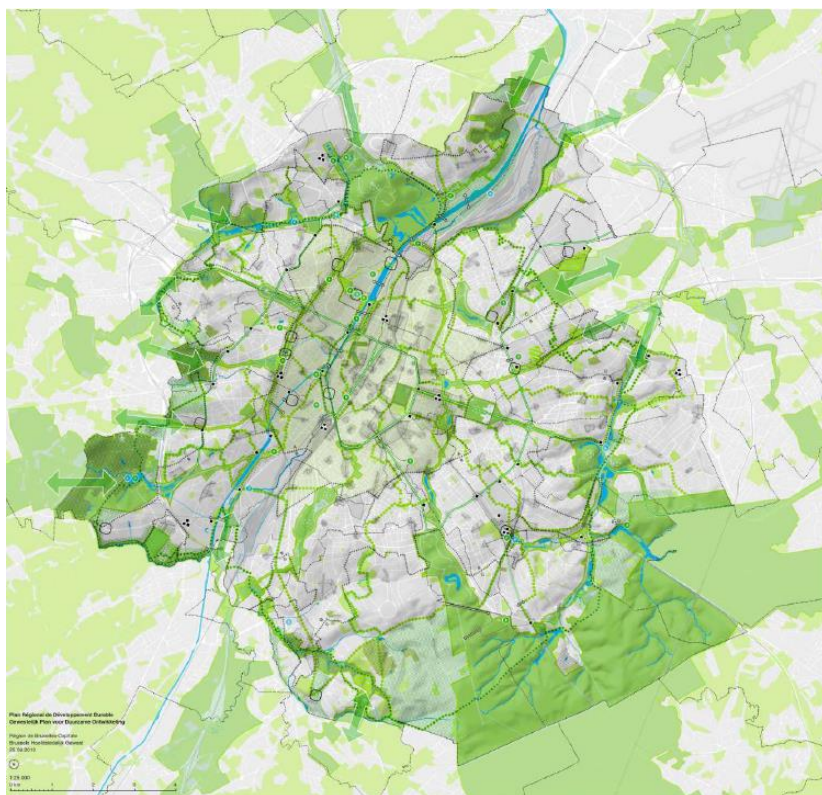
Le Plan Nature identifie plusieurs quartiers prioritaires à végétaliser pour jouer un rôle de pénétrante verte vers le centre-ville minéral de Bruxelles. L'îlot Shell fait partie de la pénétrante d'Anderlecht, démarquant de la zone agricole à l'Ouest du ring jusqu'au quartier de Cureghem.

MAILLAGE VERT ET BLEU

Le maillage vert et bleu a été développé dans le Plan Régional de Développement Durable de la ville de Bruxelles.

Ce maillage met en avant le développement de deux volets :

- Un réseau récréatif composé de la Promenade Verte et d'espaces verts connectés entre eux par les continuités vertes,
- Un réseau écologique constitué de taches importantes à valeur biologique élevée connectées entre elles par des liaisons efficaces permettant le déplacement de la faune et la flore.⁷²



(126) Cadre de vie du projet de PRDD, PRDD.

⁷² IBGE, *Maillage vert - PRDD*, 2014

Le maillage vert et bleu propose des projets concrets de connections vertes et bleues dont deux projets à proximité de l'îlot Shell. Le premier consiste à développer le maillage vert de la ligne de chemin de fer 28 le long du futur RER-vélo.

Le deuxième a pour but de connecter les deux quartiers anderlechtois séparés par la zone industrielle et le canal.



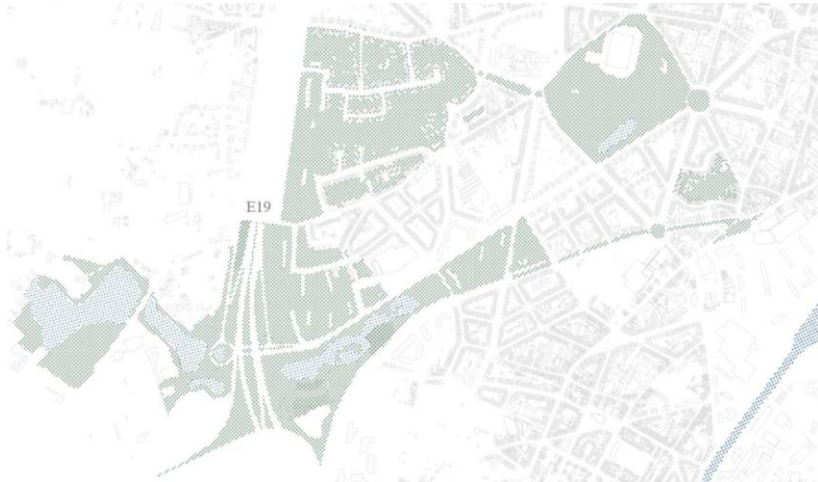
CANAL, CORRIDOR ÉCOLOGIQUE

Le projet *Le canal, un corridor écologique au cœur de Bruxelles* a pour mission d'informer et de sensibiliser sur la fonction écologique du canal Bruxelles-Charleroi. Il soutient également les actions concrètes de végétalisation mises en place le long du canal et de la Senne. Il met en évidence la faible présence de nature dans les quartiers centraux densément peuplés de la zone du canal.

Bien que le canal soit déjà un corridor bleu favorable à certaines espèces de poissons et d'oiseaux aquatiques, il souffre néanmoins d'une carence en abords verts bénéfiques à la biodiversité, au cadre de vie des habitants et à l'image de ce territoire. L'objectif est de transformer ce corridor bleu en corridor vert.

PARK SYSTEM

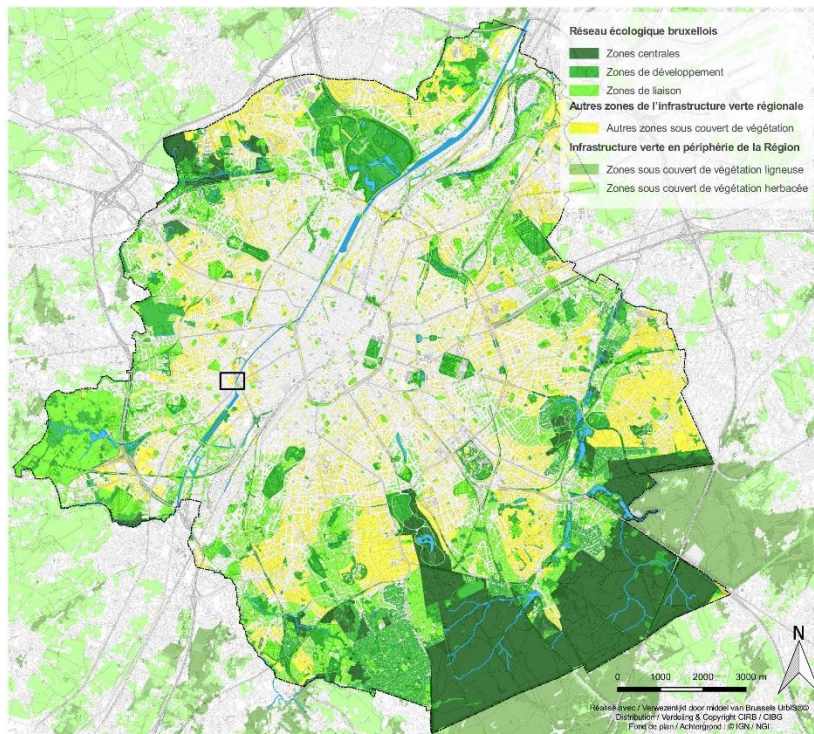
Le Park System a été aménagé dans les années 50 par la commune d'Anderlecht. Il est inspiré du Collier d'émeraude de Olmsted de 1894. Le principe est d'habiter une ville à la campagne. Il fonctionne comme un ensemble de parcs habités reliés entre eux par des rues, des squares et des places végétalisés.



(128) Park System, plan de l'auteur dans le cadre du TFE.

ÉLÉMENTS DE CONTINUITÉ

L'îlot Shell se situe à un endroit charnière entre l'Ouest d'Anderlecht qui est assez végétalisé et le centre de Bruxelles qui est principalement minéral.



(129) Carte du réseau écologique bruxellois modifiée de Bruxelles Environnement.



COUVERTURES VÉGÉTALES

Bois Prairie Pelouse Culture Agriculture



FONCTIONS

Parc Square Jardin Champ Centre de sport Friche Cimetière

Source : Metrolab.brussels



(130) Carte du réseau écologique d'Anderlecht, étudiants de l'atelier Utopies réalisables, 2019.

L'analyse qui suit reprend les principes de l'écologie urbaine.

La matrice se constitue du tissu urbain minéralisé de Bruxelles.

La dernière zone rurale de la Région de Bruxelles-Capitale appelée Neerpede forme un noyau primaire d'habitat. Elle se compose de champs, de bois et d'étangs. Elle est séparée du reste de la commune d'Anderlecht par le ring de Bruxelles. La végétation passe néanmoins sous celui-ci créant une continuité avec le noyau secondaire d'habitat du Park Système.

Le reste de la commune s'organise en noyaux secondaires plus isolés formés par les parcs.

Les jardins jouent un rôle important dans la continuité écologique. Ils forment des corridors discontinus voire même des noyaux secondaires selon leur importance et leur concentration. Les voiries arborées et fleuries jouent le rôle de corridors continus plus ou moins importants suivant la densité de biodiversité présente sur celles-ci. Le canal constitue aussi un corridor continu important dans la biodiversité bruxelloise.

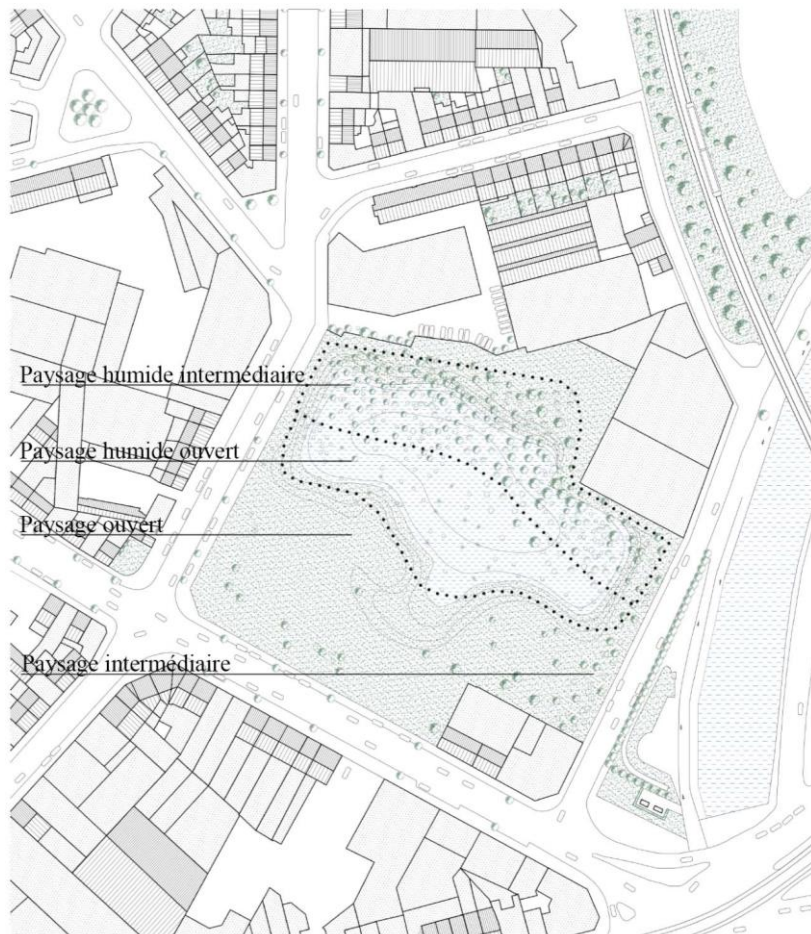
La friche en elle-même est un espace vert important dans le quartier. Elle est encerclée de parcs, friches, jardins et potager. La ligne de chemin de fer L28 connecte l'îlot à certains de ces noyaux secondaires d'habitat.

Le canal, comme la ligne L28 est un corridor continu, très minéral aux abords du site Shell. Une végétalisation de ses berges permettrait d'enrichir la connectivité du lieu.

PROPOSITION D'ÉVATUATION DE LA BIODIVERSITÉ

Cette proposition est faite par l'auteur sans confirmation d'un professionnel de l'écologie.

La liste ci-dessous des variétés de plantes présentes sur la friche et ses alentours est représentative mais non exhaustive.

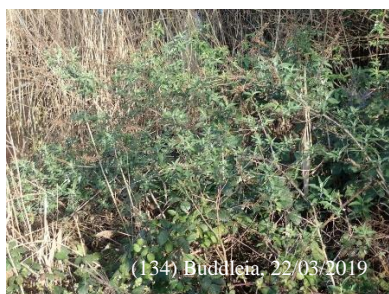


(131) Paysages de la friche Shell, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.

Végétations à cycle court : paysage ouvert



Végétations arbustives : paysage intermédiaire



Végétations de marais : paysage humide ouvert et intermédiaire



La liste des espèces animales ci-dessous est aussi non exhaustive et est tirée de la carte interactive de Bruxelles Environnement de 2018 recensant les espèces animales aperçues.

Oiseaux d'eau : goélands, poules d'eau, canards, cygnes, oies, etc.

Passereaux : mésanges, rouges-gorges, rougequeues noirs, moineaux, roitelets, étourneaux, etc.

Apodidés : martinets noirs

Mammifères : rats surmulot, pipistrelles, fouines, renards

Arthropodes : papillons, abeilles



L'application du CBS, CBS+ et de l'écopotential a été faite par l'auteur. Elle permet de donner une valeur au présent et de fixer des coefficients minimums à obtenir après la réalisation du projet.

Un seul coefficient est utile, ici l'écopotential étant donné l'ambition du projet, mais l'application des trois outils permet de comprendre leur nuance.

$$\text{CBS} = 16\,442 \text{ m}^2 / 23\,786 \text{ m}^2 = \mathbf{0,69}$$

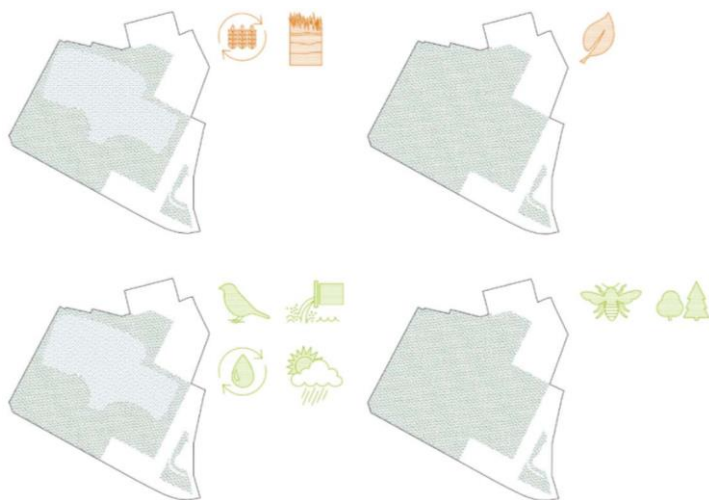
TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PONDÉRATION x SURFACE
Surface avec végétation en pleine terre	0,8 x 677m ²
Surface avec végétation variée en pleine terre	1 x 15900m ²

$$\text{CBS+} = 14\,226 \text{ m}^2 / 23\,786 \text{ m}^2 = \mathbf{0,60}$$

HABITATS	TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PONDÉRATION
Zones en eau	Plan d'eau naturel	0,8 x 4900m ²
Espaces verts en pleine terre	Pelouse	0,6 x 677m ²
	Zone arbustive et arborée/Haie	0,9 x 11000m ²

Écopotentiel = $11\,958\text{ m}^2 / 23\,786\text{ m}^2 = \mathbf{0,50}$

HABI-TATS	SOUS-CA-TEGORIE	TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PON-DÉRATION x SURFACE
Habitats humides	Plan d'eau	Lac, étang ou mare naturel(le) ou semi-naturel(le)	0,8 x 4900m ²
Pelouses et prairies	Pelouse	Pelouse	0,5 x 677m ²
Habitats arbustifs	Friche urbaine	Friche urbaine	0,7 x 11000m ²



(140) Services écosystémiques de l'îlot Shell, schémas de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

La friche Shell, comme tout espace naturel, offre des services écosystémiques.

Elle fournit des services d'entretien :

- La photosynthèse (végétation),
- La formation des sols (ensemble du site),
- Les cycles de nutriments (ensemble du site).
-

Elle permet un certain contrôle de régulation et d'entretien sur différents éléments et processus :

- Sur des pollutions divers grâce à l'autoépuration des sols, à la purification et oxygénation de l'eau, à la capture des polluants de l'air, à l'atténuation du bruit et des impacts visuels (ensemble du site),
- Sur des événements extrêmes grâce à la protection contre les inondations, au maintien du cycle hydrologique et des flux d'eau (ensemble du site),
- Sur des processus biologiques par la pollinisation (végétation), la dispersion des graines, le maintien des habitats, la lutte biologique, la régulation des infections, le processus d'altération, de décomposition, de minéralisation et de fixation des sols (ensemble du site),
- Sur le climat en régulant le climat local par la séquestration des gaz à effet de serre (ensemble du site).

PROPOSITION : L'ÎLOT DES ROSEAUX

L'objectif de ce projet de fin d'études est de concevoir une intervention architecturale et paysagère qui compense et intensifie la biodiversité d'une friche urbaine actuellement colonisée par la faune et la flore. Comme expliqué précédemment, l'îlot Shell a été choisi comme lieu d'expérimentation parce qu'il se situe à un lieu stratégique de pénétration verte vers le cœur minéral de Bruxelles. De plus, il est connecté au carrefour intermodal de Cureghem, propulsant le projet à une ampleur de quartier voire régionale.

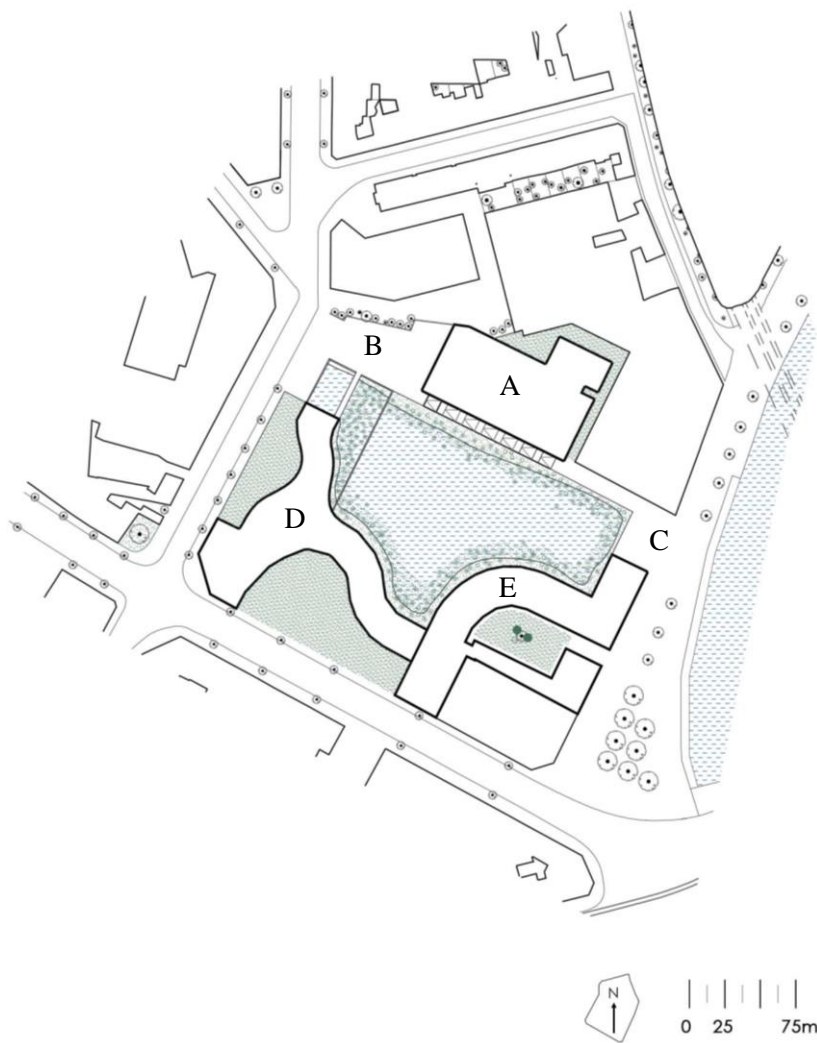
La construction du projet implique la dépollution totale du terrain de la parcelle. Cette dépollution est d'ores et déjà bénéfique pour la qualité des sols. Comme la végétation de la friche n'a au maximum qu'une dizaine d'année et est essentiellement composée d'essences à croissance rapide, la création d'un milieu de même valeur peut être plus rapidement atteint que si le site abritait une végétation plus ancienne.

PROGRAMMATION BÂTIE ET NON-BÂTIE

Suite à l'analyse du quartier et de ses besoins, une programmation scolaire et sportive a été choisie.

La conception de la réaffectation de l'îlot a été réalisée avec deux autres étudiantes de l'Atelier Utopies réalisables : Anna-Dévi Moser et Anne-Sophie Dambremé. Leur mémoire porte sur les écoles inclusives. Elles s'occupent de la conception d'écoles primaire et secondaire inclusives. La réalisation du centre sportif et l'aménagement de l'espace public a été pensé par l'auteur.

Une école inclusive est un établissement scolaire qui accueille des élèves non-porteurs de handicaps et porteurs de handicaps, tous types confondus (moteur, visuel, auditif, mental, ...). Ce système se concentre énormément sur l'inclusion pour combattre les inégalités que peuvent rencontrer les personnes porteuses de handicaps. Cela passe par le travail des accès, des couleurs, des ambiances, des textures, ...



(141) Organisation spatiale de l'îlot des roseaux, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.

Le projet veut offrir des espaces de biodiversité qualitatifs aux élèves et au quartier. Dans ce contexte urbain très populaire, le projet peut avoir un réel rôle social et éducatif en donnant un accès public à l'intérieur de l'îlot. Les habitants et élèves pourraient y observer la richesse de la biodiversité (potentiellement développée) et les sensibiliser à la nature.

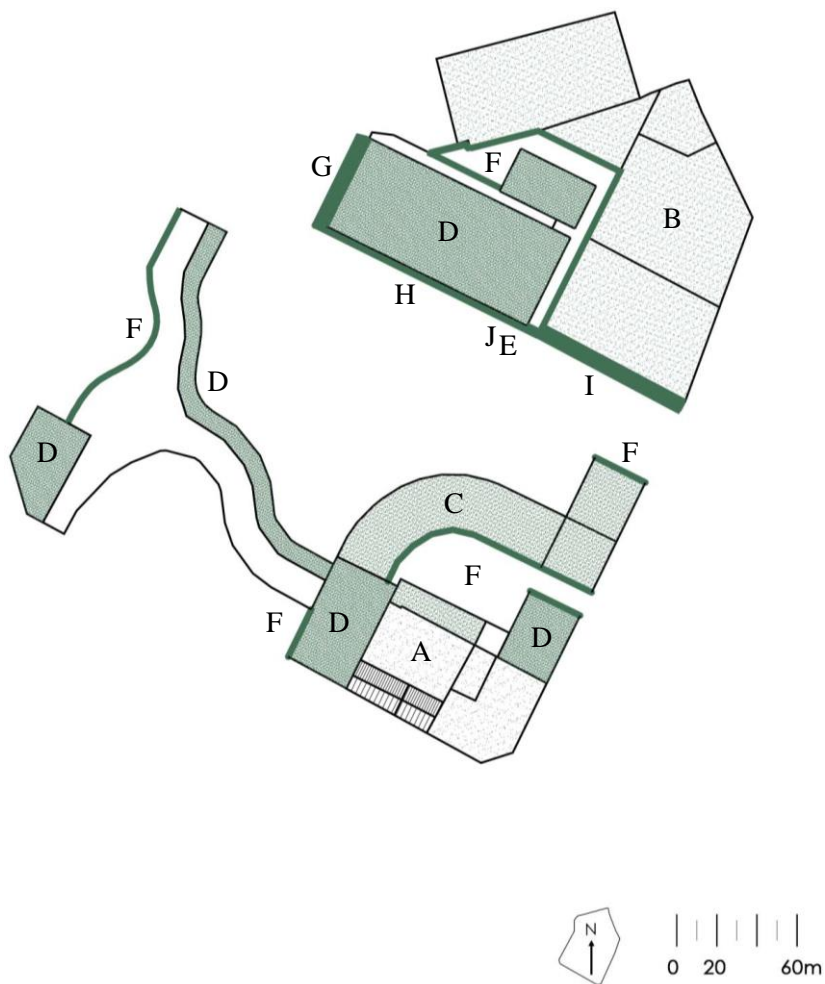
L'îlot s'organise en deux parties : une section publique travaille les entrées du terrain et traverse le site. Le sentier public donne accès au gymnase (A) de 1760 m² de surface au sol qui est mis à la disposition des écoles pendant les heures scolaires et à la disposition des habitants du quartier le reste du temps.

Un parvis (B) est aménagé devant le centre sportif à destination du quartier. Par exemple, pendant que des enfants suivent leur cour de sport, leurs parents peuvent se désaltérer à la cafétéria du gymnase tout en surveillant leurs plus jeunes enfants en train de jouer sur la place. Ce parvis peut aussi accueillir quelques échoppes de marché ou une fête de quartier.

Un autre parvis (C) est dessiné le long du canal. Cet endroit a une dimension plus métropolitaine. Les passants, cyclistes, usagers de la gare et autres transports en commun, ... peuvent y venir le temps d'un arrêt observer l'étendu du canal et pourquoi pas pénétrer dans l'intérieur de l'îlot pour y découvrir la faune et la flore bruxelloise.

La deuxième partie, scolaire, est plus privée. L'école primaire (D) de 2240 m² de surface au sol peut accueillir 250 élève et l'école secondaire (E) de 2140 m² de surface au sol a une capacité de 270 élèves. Ces écoles préservent l'intérieur de l'îlot de la forte activité du carrefour et s'organisent autour de leur cour verte respective.

Une des volontés majeures du projet est de conserver la zone humide de la friche, richesse de ce site. Ce plan d'eau forme le cœur du projet et lie les écoles à la partie publique.



(142) Proposition bâtie de l'îlot des roseaux, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.

PROPOSITION BÂTIE

Des dispositifs de densification biologique sont mis en place sur les nouveaux bâtiments de l'îlot et sur le bâti existant en contact avec le site, à savoir, les archives de l'État, le hangar de la rue des orchidées et les habitations de l'avenue Raymond Vander Bruggen.

Les habitations sont recouvertes d'une toiture extensive de sedum (A). Les toitures des archives et du hangar sont habillées de toitures semi-intensives (B) plantées d'herbacées indigènes et de plantes de prairie (trèfles, graminées, marguerite, cerfeuille sauvage, centauree). Cette flore attire les insectes butineurs.

Toutes les toitures végétalisées des nouvelles constructions sont intensives. Certaines sont composée d'une cinquantaine de centimètres de substrat (C) et accueillent une végétation d'herbacées et d'arbustes allant jusqu'à 1m50 de hauteur (cornouiller sanguin, troène commun, groseillier épineux).

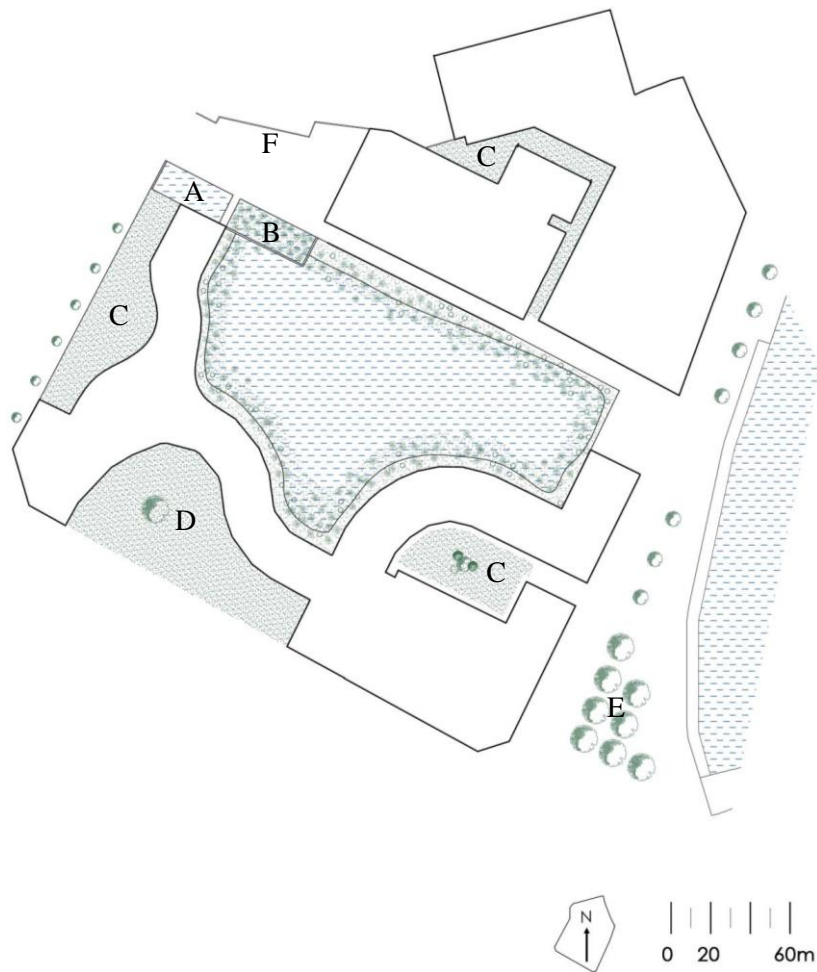
Les autres, avec une épaisseur de 1m de substrat (D), hébergent une végétation de grands arbustes et de petits arbres (sureau, buddleia, sorbier). Cette végétation arbustive de 2 à 3 mètres de haut attire les insectes mellifères, butineurs et les oiseaux pour leurs fruits.

Une structure métallique longe la façade des archives et le gymnase (E). Elle supporte des plantes grimpantes (houblon, lierre, chèvrefeuille) qui viennent s'enrouler autour des poteaux.

Du lierre et du chèvrefeuille sont aussi plantés le long de plusieurs façades plongées la plupart du temps dans l'ombre (F).

Des nichoirs sont fixés à la structure métallique qui crée la façade publique du centre sportif. Dix nichoirs à martinets (G) sont placés sur la face Nord-Ouest du gymnase, trente nichoirs à passeraux (H) sur la face Sud-Ouest du gymnase et dix gîtes à chauves-souris (I) sur la face Sud-Ouest des archives.

Une centaine de gîtes à insectes (J) de tous types sont positionnés tout le long face Sud-Ouest de la structure métallique.



(143) Proposition non bâtie, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.

PROPOSITION NON-BÂTIE

L'atout biologique et paysagé du projet est le plan d'eau situé au cœur de l'îlot. Il est étanche naturellement grâce au sol argileux du terrain. Ce bassin permet de stocker les eaux de pluies des rues voisines et des bâtiments de l'îlot, d'alimenter les bâtiments en eaux pour les sanitaires et le système d'arrosage des espaces verts.

L'eau arrivant des rues passe d'abord par des bassins filtrants avant d'arriver dans le bassin naturel. Le premier bassin (A) est un lieu de décantation où des graviers retiennent les particules et les hydrocarbures de l'eau polluée. L'eau claire coule ensuite vers un bassin de phytoremédiation (B) où des plantes aquatiques (roseaux, iris des marais) la filtrent.

Le trop plein d'eau est dirigée vers le canal.

Les berges de terre humide sont plantées d'espèces des marécages (menthe aquatique, populage des marais) qui font place, une fois la terre immergée, à des plantes semi-aquatiques (iris des marais, roseaux) enracinées dans la vase. Des plantes submergées sont introduites plus en profondeur (callitriche, myriophylle).

Deux jardins d'ombres (C) sont aménagés aux pieds des murs. Des plantes basses de sous-bois recouvrent le sol (mousses et anémone des bois) et des fougères et digitales longent les façades.

Les deux jardins des écoles (D) sont des zones herbacées plantées de quelques buissons et arbres.

Une série de tilleuls (E) dessine l'espace public qui lie l'îlot au carrefour de Cureghem. Cette masse végétale crée un filtre (visuel et auditif) entre les deux et donne un caractère plus intime à l'îlot. Les tilleuls portent des fleurs qui attirent les insectes butineurs et dégagent une odeur intéressante.

Ce petit bosquet est prolongé par un alignement d'arbres le long du canal afin d'intensifier le rôle de corridor écologique du canal.

La séparation entre le site et le concessionnaire Honda est un mur de gabion (F). Son orientation plein soleil offre un refuge à de nombreux

petits animaux et certaines plantes qui s'installent dans les anfractuosités.

PROPOSITION D'ÉVALUATION DE LA BIODIVERSITÉ

$$\text{CBS} = 15\,914 \text{ m}^2 / 23\,786 \text{ m}^2 = \mathbf{0,67}$$

TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PONDÉRATION x SURFACE
Surface avec végétation sur couche de substrat fine	0,5 x 1500m ²
Surface avec végétation sur couche de substrat épaisse	0,7 x 8 058m ²
Surface avec végétation en pleine terre	0,8 x 1964 m ²
Surface avec végétation variée en pleine terre	1 x 6539 m ²
Surface de façade verte	0,4 x 3533m ²

$$\text{CBS+} = 10\,298 \text{ m}^2 / 23\,786 \text{ m}^2 = \mathbf{0,43}$$

HABITATS	TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PONDÉRATION
Zones en eau	Plan d'eau minéralisé	0,2 x 340m ²
	Plan d'eau naturel	0,8 x 4900 m ²
Constructions végétalisées	Végétation sur dalle (ép. substrat 5–10 cm)	0,3 x 880m ²
	Végétation sur dalle (ép. substrat 10–20 cm)	0,4 x 3588m ²
	Végétation sur dalle (ép. substrat >20 cm)	0,5 x 4470m ²
Espaces verts en pleine terre	Pelouse	0,6 x 1726m ²
	Massif de fleurs/Prairie fleurie/Potager pleine terre	0,8 x 1339m ²
	Zone arbustive et arborée/Haie	0,9 x 300m ²

Écopotential = $12\,465\text{ m}^2 / 23\,786\text{ m}^2 = \mathbf{0,52}$

HABI-TATS	SOUS-CA-TEGORIE	TYPE DE SURFACE	FACTEUR DE PON-DÉRATION x SURFACE
Habitats humides	Plan d'eau	Plan d'eau artificialisé	0,2 x 170m ²
		Mare ou bassin artificiel(le) végétalisé(e)	0,5 x 170m ²
		Lac, étang ou mare naturel(le) ou semi-naturel(le)	0,8 x 4900m ²
Habitats construits végétalisés	Végétation verticale	Façade végétalisée	0,5 x 3533m ²
	Végétation sur dalle	Végétation sur dalle (ép. substrat 5–10 cm)	0,3 x 880m ²
		Végétation sur dalle (ép. substrat 10–20 cm)	0,4 x 3588m ²
		Végétation sur dalle (ép. substrat >20 cm) avec herbacées	0,5 x 1364m ²
	Végétation sur dalle (ép. substrat >20 cm) avec herbacées et arbustes/arbres	0,7 x 3106m ²	
Pelouses et prairies	Pelouse	Pelouse	0,5 x 1726m ²
		Massif de fleurs (espèces indigènes)	0,7 x 1340m ²
Habitats arborés	Zone arborée	Zone arborée sur sol artificialisé	0,6 x 506m ²

Le CBS et le CBS + sont plus élevés quand l'îlot est à l'état de friche. Les deux résultats pour le CBS sont assez proches. L'écart plus conséquent entre les deux CBS+ s'explique par la non considération des surfaces végétales verticales, ce qui fausse le résultat de la proposition architecturale.

En revanche le résultat de l'écopotential est très légèrement supérieur après la réalisation du projet.

À défaut d'intensifier la biodiversité, le projet la compense potentiellement. C'est donc dans les usages et les services écosystémiques qu'il faudra améliorer la situation initiale.



(144) Services écosystémiques de l'îlot des roseaux, schémas de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Les milieux naturels mis en place offrent un service de soutien et introduit des mécanismes écologiques :

- La photosynthèse (végétation),
- La formation des sols (ensemble des espaces naturels en pleine terre),
- Les cycles de nutriments (ensemble du site).

Ils permettent un certain contrôle de régulation et d'entretien sur différents éléments et processus :

- Sur des pollutions divers grâce à l'autoépuration des sols, à la purification et oxygénation de l'eau, à la capture des polluants de l'air, à l'atténuation du bruit et des impacts visuels (ensemble du site),
- Sur des événements extrêmes grâce à la protection contre les inondations, au maintien du cycle hydrologique et des flux d'eau (ensemble du site),
- Sur des processus biologiques par la pollinisation (végétation), la dispersion des graines, le maintien des habitats, la lutte biologique, la régulation des infections, le processus d'altération, de décomposition, de minéralisation et de fixation des sols (ensemble du site),
- Sur le climat en régulant le climat local (ensemble du site).

Ils ont un impact culturel :

- Sur l'environnement de la vie courante : les lieux de travail et d'étude (ensemble du site),
- Par ses sources d'expériences et de connaissances dues à son observation, à l'éducation (ensemble du site),
- Par ses sources d'inspiration et de valeurs sentimentales, culturelles ou d'existence (ensemble du site).

Ils produisent une série d'éléments utiles à l'homme et aux autres espèces vivantes :

- L'eau de surface à usage domestique.

En comparant les analyses avant et après la réalisation du projet, la grande amélioration qui survient se fait aux niveaux des services culturelles. En effet, le site passe d'un lieu délaissé et d'insécurité à un lieu de découverte, d'imaginaire, d'expérimentation, d'observation et de loisir. Il valorise l'image du quartier et bonifie la qualité de vie des habitants et des passants.

CONCLUSION

L'être humain a de tout temps entretenu une relation particulière avec la nature. Au fur et à mesure de l'évolution humaine, cette relation initialement forte s'est dégradée pour arriver à un stade où l'homme surexploite la nature jusqu'à mettre en péril l'équilibre naturel et par conséquence l'existence de l'homme.

Cependant, une prise de conscience de la complexité, de la fragilité et des enjeux écologiques de la biodiversité a permis le développement des sciences environnementales. Ces sciences ont mis en place des éléments de compositions paysagers comme les corridors ou les taches favorables à une évolution des villes vers des systèmes urbains plus sains pour l'homme, la faune et la flore urbaine.

Le milieu urbain abrite une biodiversité, bien que plus discrète que celle des milieux naturels, riche et parfois inattendue. Elle offre des services écosystémiques indispensables au fonctionnement des écosystèmes comme par exemple la régulation de l'eau ou du climat. En plus de rendre des services écologiques, elle contribue au bien-être humain, c'est le principe de la biophilie. La protection de la biodiversité urbaine est donc plus que jamais nécessaire et urgente dans cette crise écologique que connaît ce XXI^e siècle. Cette protection peut avoir lieu à différentes échelles. À l'échelle du territoire, une infrastructure verte peut être mise en place pour contrer la fragmentation des habitats. À une échelle plus locale, le bâtiment peut être un réel élément de la maille paysagère s'il est pensé comme un support pour la végétation et les animaux.

Une évaluation de la biodiversité d'un lieu permet de donner une valeur, bien que potentielle et relative, à un site ou à un projet architectural. Elle permet d'orienter la conception en vue d'avoir une intensité de végétation globale et importante après la réalisation du projet. Dans l'absolu, un écologue devrait analyser le site de tout projet urbain. Mais si le projet n'a pas une ampleur assez significative pour obliger l'intervention d'un écologue, des outils simples d'évaluation

de la biodiversité peuvent être utilisés pour permettre aux concepteurs et autorités publiques non qualifiés en écologie d'inclure quelques principes permettant de favoriser la biodiversité dans leurs projets.

Il existe une série de dispositifs architecturaux et paysagers favorables à la densification biologique d'une ville et de ces bâtiments. Ces dispositifs se basent entre autres sur le principe de l'habitat analogue qui permet de concilier milieu urbain et milieu naturel en recréant artificiellement les caractéristiques d'un milieu naturel.

Pour qu'un projet architectural et ses aménagements soient riches biologiquement, il faut qu'ils s'inscrivent dans un maillage vert permettant la mobilité des espèces, qu'ils soient le support de la végétation par exemple en toiture ou en façade, qu'ils soient accueillants pour la faune en lui offrant par exemple des cavités et des abris pour nicher, que l'implantation du bâtiment soit raisonnée et parcimonieuse, que des dispositifs de protection de la biodiversité soient pris lors du chantier en tenant compte des cycles naturels des espèces présentes sur le site et que les espaces soient entretenus écologiquement grâce à la pratique de la gestion différenciée.

Les friches méritent une attention particulière en tant que potentiels lieux de densification urbaine.

La friche est un lieu riche et contradictoire. D'un côté, elle peut devenir une potentielle réserve naturelle ou espace vert public dans une ville dense et minérale. D'un autre côté, elle peut accueillir des nouveaux bâtiments et infrastructures dans une ville qui voit son nombre d'habitants augmenter sans devoir grignoter de nouveaux espaces naturels situés en périphérie.

Ce travail veut trouver une solution intermédiaire. L'objectif du projet est de construire un nouveau complexe architectural sur une friche en préservant les éléments paysagers intéressants biologiquement, en construisant avec parcimonie et raisonnablement, en intensifiant la biodiversité des espaces non construits et construits pour qu'en fine, la variété biologique après intervention soit plus riche que celle de la friche initiale.

L'étude de cas de l'îlot Shell a démontré que beaucoup de dispositifs architecturaux et d'aménagement sont nécessaires pour égaler la richesse biologique de la friche Shell. L'apport positif majeur du projet

sur la situation initiale est la relation que le site a au quartier. La friche aujourd'hui délaissée et source d'insécurité se voit revalorisée. Ce projet de l'îlot des Roseaux améliore la qualité de vie des habitants et des passants et redore l'image du quartier populaire de Cureghem.

La première difficulté rencontrée a été de concilier la programmation des bâtiments propice à un étalement horizontal avec le principe d'une implantation condensée.

La difficulté supplémentaire était de se détacher de l'existant alors qu'un des objectifs était la préservation de ses atouts. Il a fallu trouver des compromis entre la nécessité du bien-être de l'homme et celle de la nature.

Expériences architecturales

Ecole des Sciences et de la Biodiversité

Description :

Le Groupe Scolaire de la Biodiversité est une école conçue par le bureau d'architecture Chartier-Dalix. Ce projet voit le jour suite à l'appel à projet « Réinventer Paris ». Cet appel à projet invitait à repenser la manière d'habiter, de travailler, d'échanger et de partager à Paris en se souciant de la densité, de la mixité, de l'énergie et de la résilience.

L'agence Chartier-Dalix répond à cet appel en mettant en place un projet expérimental qui permettrait l'intégration de la végétation dans les projets d'architecture et crée un outil semblable au Coefficient de Biotope par Surface appelé Coefficient d'Occupation de la Biodiversité. Ce COB calcule la densité de la biodiversité d'une parcelle en rapportant la surface végétalisée sur la surface de la parcelle. Tous les types de surfaces végétalisables sont pris en compte comme les murs, les toits, les terrasses, etc. Le COB serait adapté à chaque commune.

Ce coefficient a pour but de normaliser l'intégration de la végétation dans chaque projet d'architecture.

Pour faciliter la mise en application de cette nouvelle réglementation, Chartier-Dalix a voulu trouver des solutions architecturales comme la végétalisation des murs.

C'est dans ce cadre d'expérimentation que le projet de l'Ecole des Sciences et de la Biodiversité a vu le jour en 2014 à Boulogne-Billancourt.

Le projet s'implante sur une partie des anciens terrains de Renault localisés dans un territoire dense. Cette immense friche de l'Île de Seguin abritait de 1929 à 1992 l'usine de construction automobile Renault. Les bâtiments industriels ont été rasés en 2004-2005 et aujourd'hui, tout le site est en cours de réaménagement. L'entièreté de la parcelle devait être bâtie, l'enjeu primordial était donc de solutionner la problématique des espaces verts en les intégrant sur le bâtiment.



Figure 10 – Dessin : COB [18].



Figure 11 – Photographie : les usines de Renault Billancourt (XXe siècle) [20].

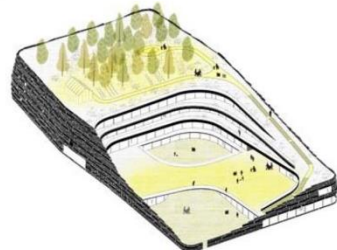


Figure 12 – Dessin : école des Sciences et de la Biodiversité [18].



Figure 13 – Image : école des Sciences et de la Biodiversité [18].

Observation :**Murs habités**

L'agence a collaboré avec le bureau d'étude en écologie Biodiversita. Ensembles, ils ont conçu des blocs de béton préfabriqué colonisables par la faune et la flore. Leur forme, texture et assemblage favorisent la nature spontanée.

Les blocs ont été déterminés suivant les différentes espèces animales et végétales étudiées sur le site et dans la région. Ils ont tous une forme et un usage prédéfini.

- Assemblages en quinconce de blocs à profondeurs variables : anfractuosités, surplombs, brèches, arrêtes, etc.,
- Texture lisse et polie des faces visibles : réflexion de la lumière,
- Texture sablée et rugueuse des faces non visibles : accroche de la végétation,
- Formes différentes selon les usages prédéfinis et les espèces ciblées : jardinières, nichoirs, etc.,
- Formes architectoniques : acrotères, angles, etc.,
- Cannelures sur les faces supérieures et latérales : ruissellement de l'eau (évité un maximum sur les faces visibles) et irrigation de la flore,
- Inclinaison de l'empilement des blocs : variation de la profondeur de la façade favorisant une plus grande diversité biologique,
- Expositions au soleil variées : diversité biologique.

Toitures végétales

Les auteurs du projet ont joué sur les hauteurs des substrats pour varier les différents types de végétations des toitures et terrasses.

- Hauteur du substrat de 30cm : rampes de gazon,
- Hauteur du substrat de 50cm : rampes de prairie,
- Hauteur du substrat de 1m20 : toiture de forêt de charmes et de chênes avec une zone de potager.

Pied des murs extérieurs

La différenciation de la gestion des abords permet le développement d'espèces radicalement différents.



Figure 14 – Photographie : blocs de béton préfabriqués [18].



Figure 15 – Photographie : murs habités [18].

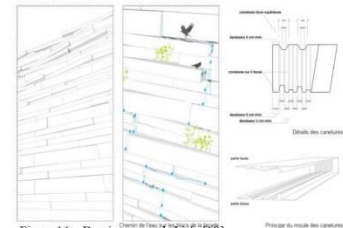


Figure 16 – Dessins : murs habités [18].



Figure 17 – Photographie : toitures végétales [18].

- Absence de gestion : développement d'une friche riche en biodiversité spontanée qui favorise la colonisation des murs,
- Gestion par paillage : limitation d'installation d'espèces spontanées.



Figure 18 - Photographie : pieds de murs en friche [18].

Suivi par des écologues

Un état des lieux a été effectué par Natureparif le 28 juin 2016. Celui-ci reprenait différentes observations et recommandations pour le futur.

L'observation s'est approfondie sur la flore. Le résultat est positif : 144 espèces végétales ont été recensées dont 44 sont des espèces plantées et 70 des espèces spontanées.

Des études plus approfondies sur la faune et la mousse sont à venir mais une observation rapide a été faite relevant la colonisation du mur et des abords par des arachnides, insectes, oiseaux et gastéropodes.

[17] [18] [19]

Analyse :

Cette analyse est une estimation générale basée sur des plans et des photographies.

SITUATION EXISTANTE

$CBS+ = \sum \text{Type de surface} * \text{facteur de pondération} / \text{Surface totale de la parcelle}$

- Végétation sur dalle (épaisseur du substrat > 20 cm) : $0,5 * 1370 \text{ m}^2$
- Massif de fleurs : $0,8 * 300 \text{ m}^2$
- Zone arbustive : $0,9 * 215 \text{ m}^2$

$CBS+ = (685 \text{ m}^2 + 240 \text{ m}^2 + 193,5 \text{ m}^2) / 3510 \text{ m}^2 = \mathbf{0,32}$

$\text{Ecopotentiel} = \sum \text{Type de surface} * \text{facteur de pondération} / \text{Surface totale de la parcelle}$

- Murs végétaux : $0,2 * 588 \text{ m}^2$
- Végétation sur dalle : - avec herbacées (épaisseur du substrat > 20 cm) : $0,5 * 724 \text{ m}^2$
- avec herbacées et arbustes/arbres (épaisseur du substrat > 20 cm) : $0,7 * 576 \text{ m}^2$
- Potager : $0,4 * 70 \text{ m}^2$
- Massifs de fleurs indigènes : $0,7 * 300 \text{ m}^2$
- Friche urbaine : $0,7 * 215 \text{ m}^2$

$\text{Ecopotentiel} = (117,6 \text{ m}^2 + 362 \text{ m}^2 + 403,2 \text{ m}^2 + 28 \text{ m}^2 + 210 \text{ m}^2 + 150,5 \text{ m}^2) / 3510 \text{ m}^2 = \mathbf{0,36}$

Services écosystémiques rendus

Service de production :

- Alimentation : potager.

Services de régulation et d'entretien :

- Capture des polluants de l'air : arbres et arbustes,

- Gestion du flux de l'eau : toiture végétalisée,
- Processus biologiques (potentiels) : pollinisation, dispersion des graines, maintien des habitats, lutte biologique,
- Influence sur le climat local (minime).

Services culturels :

- Impact sur l'environnement de la vie courante comme lieu de travail, d'étude et d'activités quotidiennes de plein air,
- Sources d'expériences et de connaissances dues à l'observation et à l'éducation et les recherches scientifiques,
- Sources d'inspiration et de valeurs sentimentales, symboliques, culturelles, ou d'existence.

SITUATION AVANT LE PROJET

L'usine Renault était dans sa quasi-totalité bâtie, n'abritant sûrement presque qu'aucune biodiversité. Le CBS+ et l'écopotential de cette situation devaient avoisiner le 0.

Etant donné l'absence de végétation, la nature ne peut fournir de services écosystémiques.

Conclusion :

En comparant la situation existante avec la situation initiale, l'affirmation d'une amélioration de la biodiversité grâce à l'école est évidente. L'état de la biodiversité ne pouvait pas être pire qu'avant la construction de l'école. De plus, les résultats sortis de l'analyse de la situation existante sont bons.

Le projet est intéressant pour son ingéniosité architectural et architectonique. Il exploite de manière remarquable toutes ses surfaces bâties.

Il est une excellente référence pour des sites urbains denses.

Ce bâtiment est un véritable lieu d'échange pour la biodiversité. Et son programme est très intéressant : une école dont le bâtiment même est un outil pédagogique, sensibilisant les enfants à l'environnement et à la gestion de celui-ci en les faisant participer à son entretien.

La Courrouze

Vivre en ville, habiter dans un parc

Description :

La Courrouze est un écoquartier construit sur une ancienne friche industrielle militaire à Rennes. Une production d'armement a débuté au 18^e siècle. Après la seconde guerre mondiale, le site est tombé en décrépitude jusqu'à son abandon total en 1999.

Le projet de réaménagement de la friche débute vers 2000 et a été divisé en plusieurs phases dont les dernières sont encore en cours de réalisation. Le projet devrait être définitivement fini vers 2020.

Ce dernier a été conçu par les architectes et urbanistes Bernardo Secchi et Paola Vigano et par le paysagiste Charles Dard. Il a reçu le titre « Nature en ville » du palmarès Ecoquartier 2011 du Ministère de l'Ecologie et a été retenu en 2013 par le Ministère du Logement et



Figure 19 – Photographie : zone de la Courrouze 1950 [21].

de l'Égalité des territoires pour participer à la démarche de label national Ecoquartier.

Le cœur du projet est la valorisation du patrimoine naturel. L'aménagement tient compte des continuités écologiques qui traversent le site.

Une des spécificités de La Courrouze est sa grande participation et initiative citoyenne.

Observation :

La Courrouze est une réponse durable au développement métropolitain de Rennes qui limite l'étalement urbain en centralisant différentes fonctions.

Voici quelques chiffres parlants :

- 115 ha de friches en reconversion : 89 ha aménagés et 40 ha d'espaces verts,
- 10 000 habitants à terme pour 4 800 logements créés (495 000 m² de surfaces de plancher),
- 3 000 emplois créés pour 100 000 m² de surfaces de bureaux,
- 20 000 m² de surfaces commerciales : commerces et services de proximité répartis dans les différents secteurs (11 secteurs),
- 30 000 m² de surfaces dédiées aux équipements publics : écoles, métro, bus en site propre, etc.

Typologies du bâti :

- Hauts immeubles de logements jusqu'à 11 étages : impact au sol diminué afin d'offrir une large place aux espaces de nature et de rencontre,
- Habitats individuels plus pavillonnaires,
- Habitats intermédiaires,
- Bâtiments d'équipement public,
- Éléments patrimoniaux : halles industriels, murs d'enceinte, etc.
- Nouvelles constructions emblématiques et identitaires : ex : siège du Crédit Agricole en entrée du quartier.

Espaces publics (suivent le mouvement naturel du terrain) :

- Parc ouvert,
- Promenades,
- Petits bois,
- Esplanades vertes et places.

Espaces verts traités sans leur état naturel :

- Bois,
- Landes,
- Fiches végétales,



Figure 20 – Image : la Courrouze [23].



Figure 21 – Photographie : la Courrouze [22].



Figure 22 – Photographie : habiter un parc [24].



Figure 23 – Photographie : habiter un parc [25].



Figure 24 – Photographie : nature en ville [22].

- Chemins de terre.

Gestion responsable favorisant la biodiversité :

- Constructions et aménagements publics de récupération des eaux de pluies : toits terrasses, noues et fossés dans les espaces verts, bassin de rétention naturel, talus facilitant l'écoulement et la captation, etc.,
- Bacs à compost.

[22]



Figure 25 – Photographie : nature en ville [22].

Analyse :

Cette analyse est une estimation générale basée sur des plans et des photographies.

SITUATION EXISTANTE

$CBS+ = \sum \text{Type de surface} * \text{facteur de pondération} / \text{Surface totale de la parcelle}$

- Plans d'eau naturel : $0,8 * 7,8$ ha
- Parvis plantés (\pm système alvéolaire engazonné) : $0,2 * 1,1$ ha
- Espaces verts en pleine terre :- pelouses : $0,6 * 2,7$ ha
- prairies fleuries/potagers : $0,8 * 6,32$ ha
- zones arbustives et arborées/haies : $0,9 * 23,7$ ha

$CBS+ = (6,24 \text{ ha} + 0,22 \text{ ha} + 1,62 \text{ ha} + 5 \text{ ha} + 21,33 \text{ ha}) / 115 \text{ ha} = \mathbf{0,30}$

Services écosystémiques rendus

Service de production :

- Alimentation : potager.

Services de régulation et d'entretien :

- Contrôle de diverses pollutions : autoépuration des sols, purification et oxygénation de l'eau, capture des polluants de l'air, atténuation du bruit et des impacts visuels,
- Protection contre des événements extrêmes : inondations,
- Maintien du cycle hydrologique et des flux d'eau,
- Processus biologiques : pollinisation, dispersion des graines, maintien des habitats, lutte biologique, le processus de décomposition,
- Influence sur le climat local.

Services culturels :

- Impact sur l'environnement de la vie courante comme lieu de vie, de travail, d'étude et d'activités quotidiennes de plein air,
- Impact sur l'environnement pour les loisirs en plein air : balades, etc.,
- Sources d'expériences et de connaissances dues à l'observation et à l'éducation et les recherches scientifiques,
- Sources d'inspiration et de valeurs patrimoniales, sentimentales, symboliques, culturelles, ou d'existence.

SITUATION AVANT LE PROJET

Comme dit précédemment, les auteurs du projet ont conservés la majorité des espaces verts présents sur le site. Les nouvelles constructions sont essentiellement édifiées sur les anciens bâtiments.

Le CBS+ est par conséquent quasi similaire à la situation initiale avoisinant le **0,3**.

Services écosystémiques rendus (supposés)

Service de production :

- Eau de surface et à usage industriel,
- Bois de chauffage : source d'énergie.

Services de régulation et d'entretien :

- Contrôle de diverses pollutions : autoépuration des sols, purification et oxygénation de l'eau, capture des polluants de l'air, atténuation du bruit et des impacts visuels,
- Protection contre des événements extrêmes : inondations,
- Maintien du cycle hydrologique et des flux d'eau et au contrôle des feux,
- Processus biologiques : pollinisation, dispersion des graines, maintien des habitats, lutte biologique, le processus de décomposition,
- Influence sur le climat local.

Services culturels :

- Impact sur l'environnement de la vie courante comme de travail,
- Sources d'inspiration et de valeurs sentimentales, symboliques, culturelles, ou d'existence.

Conclusion :

L'écoquartier de La Courrouze est un exemple pour sa conservation du patrimoine végétal et pour l'organisation du nouveau projet autour de ce patrimoine, le mettant en valeur.

Il est aussi remarquable pour ses différents aménagements extérieurs que ce soit au niveau de l'eau, des potagers, des parcs, ...

Le plus intéressant est d'observer et de comprendre le mode d'habiter d'un parc et les liens entre le bâti et les espaces verts et entre l'habitant et ces espaces.

- (1) Photographie de Sao Paulo, Iwan Baan, 2012 - <https://www.amc-archi.com/photos/le-carnet-de-voyage-d-iwan-baan-le-photographe-des-starchitectes-exposition-a-montpellier,4239/sao-paulo-bresil.2>.
- (2) Nature en ville, D. R. Hille - <https://www.flickr.com/photos/106028057@N03/14561434087/in/contacts/>
- (3) Mosaïque paysagère, illustration de l'auteur basée sur l'illustration de P. Clergeau.
- (4) à (13) Écologie du paysage, illustrations de l'auteur basées sur les illustrations de R. T. T. Forman dans *Land Mosaics*.
- (14) Illustration du CBS, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.
- (15) Tableau de l'outil CBS, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.
- (16) Tableau des valeurs du CBS recommandé, production de l'auteur sur base du Guide du bâtiment durable - <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/1-evaluation-du-projet-via-le-cbs.html?IDC=7291>, 2019
- (17) Illustration du CBS+, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.
- (18) Tableau de l'outil CBS+, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.
- (20) Tableau de l'outil Écopotential, production de l'auteur sur base du Séminaire Bâti et Biodiversité, 2018.
- (21) Illustration des services écosystémiques, Planète Vivante, WWF, 2016.
- (22) Illustration des services du paysage, Selman, 2012.
- (23) Coupe de l'église Saint-Hubert provenant du RIE Saint-Hubert.
- (24) Élévation de l'église Saint-Hubert, RIE Saint-Hubert.
- (25) Bosco Tower – <https://www.homedit.com/bosco-verticale/>

- (26) Graphique de la croissance démographique de la Région de Bruxelles-Capitales, production de l'auteur sur base des statistiques de l'IBSA de 2018.
- (27) Analogie des écosystèmes urbain, LUNDHOLM & RICHARDSON.
- (28) Plan original de l'Emerald Necklace de Boston, OLMSTED, 1894.
- (29) Jardins d'eau, Écoquartier des Rives de la Haute Deûle - <http://www.aqueduc.info/Valoriser-l-eau-de-pluie-des-villes#nb1>
- (30) Parc Matisse, Jardin en mouvement, Gilles Clément - <http://www.gillesclement.com/cat-banqueimages-matisse-tit-banqueimages-matisse>
- (31) Parc André Citroën, Jardin en mouvement, Gilles Clément - <http://www.gillesclement.com/cat-banqueimages-andre-tit-banqueimages-andre>
- (32) Écoquartier La Courrouze, Rennes - <http://www.lacourrouze.fr/decouvrir-le-projet-urbain/carte-interactive>
- (33) Jardin des coopains, Parc Martin Luther, Paris - <http://www.lecri-duzebre.org/jardin-partage-des-coopains-2-6713>
- (34) Plantes grimpantes sur structure, Parc MFO, Zurich - <http://le-pamphlet.com/2012/05/08/parc-mfo-a-zurich/>
- (35) Lierre sur façade, Université de Strasbourg - <http://www.marquart.fr/fr/photo/architecture-bauhaus.php>
- (36) Façade végétale sur feutrine, Musée du Quai Branly, Paris. - <http://barbe4.free.fr/WordPress/?p=30>
- (37) Façade végétale modulaire, Siège d'Alcatel-Lucent, Boulogne - <http://www.vegetalid.fr/references/par-typologie-de-batiment/bureaux-et-parkings/263-siege-d-alcatel-lucent.html>
- (38) Tableau de comparaison des coûts des différents systèmes de végétalisation de façade repris du séminaire *Bâti et biodiversité* de Bruxelles Environnement qui s'est basé sur un article de Mission économie de la biodiversité de 2017.

(39) Toitures végétalisées, coupes de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de CSTC.

(40) Toiture extensive, Greenpeace, Schaerbeek - https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/cbs_ph5_gbp_20180608_20180613.pdf

(41-42) Toiture semi-intensive et intensive - <https://lepaveblog.com/2018/01/17/une-facade-vivante/>

(43) Tableau de comparaison des différents systèmes de toitures végétalisées repris du séminaire *Bâti et biodiversité* de Bruxelles Environnement.

(44) Nichoir à martinet intégré dans la façade, coupe de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de *Designing for Biodiversity*.

(45) Nichoir à martinet intégré dans l'acrotère, coupe de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de *Designing for Biodiversity*.

(46) Corniche existante percée + corniche spécifique et comble accessible non isolé, coupes de l'auteur, dans le cadre l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de *Designing for Biodiversity*.

(47) Rebord à faucon sur la façade, 3D issu de *Designing for Biodiversity*.

(48) Gîte à chauve-souris intégré dans la façade, coupe de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables, sur base de *Designing for Biodiversity*.

(49) Gîte à insectes intégré dans la façade, coupe de l'auteur, dans le cadre de l'Atelier Utopies Réalisables.

(50) Blocs de béton 'vivants' de l'École des Sciences et de la Biodiversité, illustrations de l'auteur dans le cadre de l'atelier d'utopie réalisable, 2019.

(51) Façade 'vivantes' de l'École des Sciences et de la Biodiversité - <https://lepaveblog.com/2018/01/17/une-facade-vivante/>

(53) Façade hôtel à insectes de la Bourdonnerie, illustrations de l'auteur dans le cadre de l'atelier d'utopie réalisable, 2019.

(54) La Bourdonnerie - <http://www.sem.fr/immeuble-tertiaire-la-bourdonnerie>

(55) Façade avec nichoirs à moineaux, Molenbeek-Saint-Jean, de M. Wauters, 2012 - <http://martinew.canalblog.com/archives/2015/06/15/32220745.html>

(56) Mur de soutènement en gabion colonisé par la végétation - <http://www.dynamique-environnement.com/amenagement-paysager/solution-technique-pour-soutenir-un-talus-le-gabion/>

(57) Écoduc de Scheeken, Pays-Bas - https://beeldbank.rws.nl/MediaObject/Details/Natuurbrug_De_Scheeken__Ecoduct_Best__A2_416106.

(58) Crapauduc - <https://www.aco.fr/aco-crapauduc>

(59) Caractéristiques des luminaires les moins nocifs pour la faune nocturne, ASTROLab - <http://www.astrolab-parc-national-mont-megantic.org/>

(60) Illustrations de l'écoquartier Coronmeuse provenant de la vidéo de présentation du projet réalisée par Neolegia.

(61) Axonométries du projet *Un îlot dans l'îlot*, <https://ulbba1atelier09.files.wordpress.com/2011/04/references-ilot.pdf>

(62) Protection d'arbres remarquables sur le chantier de Tivoli Green City à Bruxelles, photographie exposée lors du séminaire *Bâti et biodiversité* de Bruxelles Environnement donné en octobre 2018.

(63) Parc André Citroën, Jardin en mouvement, Gilles Clément.

(64) Friche de Gare de l'Ouest, Bruxelles - <http://perspective.brussels/en/node/942>

(65) Procédés de densification urbaine, axonométrie de l'auteur dans le cadre du Travail de fin d'étude.

(66) Carte du réseau écologique bruxellois, Bruxelles Environnement – IBGE, 2011.

- (67) Faucon pèlerin, Bruxelles –<http://www.faucons-pour-tous.be/blog?lang=fr>
- (68) Renards, Bernard Crutzens, Bruxelles - <http://filmklap.be/wp-content/uploads/2015/07/BXL.jpg>
- (69) Iris jaune - <https://pnr.parc-marais-poitevin.fr/biodiversite/iris-jaune>
- (70) Bourdon terrestre, Le jardin scope - <http://jardi-faune.canalblog.com/aRchives/2006/04/15/1706357.html>
- (71) Localisation de l'îlot Shell, production personnelle réalisée dans le cadre du TFE.
- (72) Mobilité, élèves de l'Atelier Utopies réalisable.
- (73) Historique de l'îlot Shell, production de l'auteur établie sur base de photographies de Brugis.
- (74) Friche Shell, photographie de l'auteur, 22/03/2019, 10 : 00.
- (75) Périmètre du CRU Gare de l'Ouest, CRU, 2017.
- (78) Périmètre du PPAS Biestebroeck, PPAS, 2014.
- (79) Schémas issus du PPAS Biestebroeck, 2014.
- (80) Modélisations 3D de la Marina, The Dock.
- (81) Positions des prises de vue, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.
- (82-84-86-88-90-92-94-96-98)100-102-104-106-108-110-112-114) Photographies de l'auteur, 22/03/2019 – 10 : 00.
- (85-87-89-91-93-95-97-99-101-103-105-107-109-111-113-115) Photographies de l'auteur, 17/05/2019 – 11 : 00.
- (116) Positions des lieux, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.
- (117-118-120-121-122-123-124-125) Photographies de l'auteur, 22/03/2019 – 10 : 00.
- (119) Photographie de l'auteur, 17/05/2019 – 11 : 00.

- (126) Cadre de vie du projet de PRDD, PRDD.
- (127) Projet de maillage vert et bleu sur Anderlecht, PRDD, 2014.
- (128) Park System, plan de l'auteur dans le cadre du TFE.
- (129) Carte du réseau écologique bruxellois modifiée de Bruxelles Environnement.
- (130) Carte du réseau écologique d'Anderlecht, étudiants de l'atelier Utopies réalisables, 2019.
- (131) Paysages de la friche Shell, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.
- (132-134-135-136-137-138) Photographies de l'auteur, 22/03/2019 – 10 : 00.
- (133-139) Photographies de l'auteur, 17/05/2019 – 11 : 00.
- (140) Services écosystémiques de l'îlot Shell, schémas de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.
- (141) Organisation spatiale de l'îlot des roseaux, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.
- (142) Proposition bâtie de l'îlot des roseaux, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.
- (143) Proposition non bâtie, plan de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.
- (144) Services écosystémiques de l'îlot des roseaux, schémas de l'auteur, dans le cadre du Travail de fin d'études.

AGORA, IBGE. Maillage vert – PRDD (2014). En ligne : http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/STUD_2014_MaillageVert_Cureghem.PDF?langtype=2060

ALIVE ARCHITECTURE, TAKTYK, 1010AU. (03.05.2019). Gare de l'Ouest : Contrat de rénovation urbaine (2017).

En ligne : https://sharing.oodrive.com/templates/easyshare_v4/jsp/main.jsp?workspace=mbhg&u=s&a=i

ARIES, BUUR. (03.05.2019). Biestebroeck : une vallée pour tous (2014). En ligne : https://www.coordinatiezenne.be/downloads/2015-08-202122/2014-03-18_Masterplan-PPAS-Biestebroeck_PartieI.pdf

ARIES, BUUR, COLOFON. (03.05.2019). PPAS Biestebroeck (2017). En ligne : <https://www.anderlecht.be/sites/default/files/medias/Files/developpement-urbain/FR/Biestebroeck-FR/5.Biestebroeck%20AG%2007-12-2017%20RNT%20FR.pdf>

BODARD, S. (2018). *Préserver la biodiversité en milieux urbains par l'aménagement de corridors*. TFE Loci Ucl.

BRUXELLES ENVIRONNEMENT. (09.05.2019). Ecopotential : Coefficient de potentiel de biodiversité (2018). En ligne : https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/cbs_ph5_gbp_20180608_20180613.pdf

BRUXELLES ENVIRONNEMENT. (03.05.2019). Friches. En ligne : <https://environnement.brussels/thematiques/espaces-verts-et-biodiversite/la-biodiversite/flore/friches>

BRUXELLES ENVIRONNEMENT. (2010). *La biodiversité à Bruxelles : Une chance exceptionnelle*. Bruxelles : F. Fontaine.

BRUXELLES ENVIRONNEMENT. (03.05.2019). Plan Nature : Plan régional 2016-2020 en Région de Bruxelles-Capitale (2016). En ligne : https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/prog_20160414_naplan_fr.pdf

BRUXELLES ENVIRONNEMENT (2018). *Bâti et biodiversité*. Séminaire organisé par Bruxelles environnement (05/10/2018).

CHARTIER, J. (18.05.2019). Une façade vivante. En ligne : <https://lepaveblog.com/2018/01/17/une-facade-vivante/>

- CLEMENT, G. (03.05.2019). Le jardin en Mouvement.
En ligne : <http://www.gillesclement.com/cat-mouvement-tit-Le-Jardin-en-Mouvement>
- CLEMENT, G. (2014). *Manifeste du Tiers Paysage*. Paris : Sens&Tonka.
- CLEMENT, G. (2012). *Une brève histoire des jardins*. Paris : JC Béhar.
- CLEMENT, G. (1997). *Une école buissonnière*. Paris : Hazan.
- CLERGEAU, P.& MACHON, N. (2014). *Où se cache la biodiversité en ville*. Versailles : Quae.
- CNR & FRB. (14.05.2019). Le ver de terre, star du sol. En ligne : http://sagascience.cnrs.fr/dosbiodiv/index.php?pid=decouv_chapC_p5_c1&zoom_id=zoom_c1_8
- COMMISSION EUROPÉENNE. (03.05.2019). Document de travail des services de la commission : Informations techniques sur l'infrastructure verte (2013). En ligne : http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructures/sec_155_2013/fr.pdf
- DE LESTRANGE, R. (2016). *Le paysage comme matrice de la fabrique du territoire : Buenos Aires Genève Bruxelles Transposition(s)*. Promoteur de thèse : DECLÈVE, B.
- DE LESTRANGE, R. (2018). *Morphologie urbaine et analyse des paysages : Écologie du paysage*. LURBA 2940.
- DUPONCELLE, M. (2018). *Le Park System à Anderlecht : Une ville construite à la campagne*. Bruxelles : Vermeulen M.
- ECOBASE21. (09.05.2019). Services fournis par les écosystèmes. En ligne : <http://www.ecobase21.net/Ecosystemes/Texte/Ecosystemes-texte.html>
- ESCAUT SANS FRONTIERE. (03.05.2019). Canal : Corridor écologique. En ligne : <https://www.canaldelasenne.be/fr/>
- ETAT DE L'ENVIRONNEMENT WALLON. (09.05.2019). Services écosystémiques (2018). En ligne : <http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicator sheets/MILIEUX%20Focus%201.html>

- FARR, A. (03.05.2019). Anderlecht : Cureghem aura bien sa marina avec yachts (2017). En ligne : <https://www.dhnet.be/regions/bruxelles/anderlecht-cureghem-aura-bien-sa-marina-avec-yachts-5a319d7bcd70c7358c46e700>
- FROMAN, R.T.T. (1995). *Land Mosaics : The ecology of landscapes and regions*. Cambridge : Cambridge University Press.
- GUNNELL, K., MURPHY, B & WILLIAMS, C. (2013). *Designing for Biodiversity : A technical guide for new and existing buildings*. London : Riba Publishing.
- IBGE. (03.05.2019). Maillage vert et bleu (2000). En ligne : https://environnement.brussels/sites/default/files/content/mailage_vert_bleu_fr.pdf
- IPBES. (20.05.2019) *Communiqué de presse : Le dangereux déclin de la nature : Un taux d'extinction des espèces 'sans précédent' et qui s'accélère* (06.05.2019). En ligne : <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment-Fr>
- LUNDHOLM, J.T. & RICHARDSON, P.J. (2010). *Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments*. Journal of Applied Ecology.
- MOIES, C. (2017). *La biodiversité urbaine : Insérer le végétal en ville dans une logique pertinente pour le réseau écologique*. TFE Loci Ucl.
- NAESS, A. (2008). *Ecology, community and lifestyle*. Paris : MF
- NATUREPARIF. (18.05.2019). Esquisse d'un suivi écologique de l'Ecole des Sciences et de la Biodiversité de Boulogne-Billancourt. En ligne : http://sandbox2.n-3rd.com/chartierdalix/wp-content/uploads/2017/12/Ecole-%C3%A9l%C3%A9mentaire-Sciences-et-biodiversit%C3%A9_suivi-%C3%A9cologique.pdf
- ULB. (03.05.2019). Habiter au bord du canal (2012). En ligne : https://atelierba3.files.wordpress.com/2013/09/ba3_sem-05_analyses_2012.pdf
- REYGROBELLET, B. (2007). *La nature dans la ville : Biodiversité et urbanisme*. s.l. : Les éditions des journaux officiels.

SELMAN, P. (2012). *Sustainable landscape planning : The Reconnection Agenda*. New York : Routledge