

---

## Mémoire de fin d'études: "Densité et formes urbaines".

**Auteur :** Gral, Edgar

**Promoteur(s) :** Vandembulcke, Benoît; De Visscher, Lisa

**Faculté :** Faculté d'Architecture

**Diplôme :** Master en architecture, à finalité spécialisée en art de bâtir et urbanisme

**Année académique :** 2023-2024

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/20379>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---





# De l'observation de la densité à la fabrique de la ville dense : le cas de la seconde ceinture de Bruxelles

Étude de cas : reconversion d'un ensemble de bureaux



Etudiant: Edgar Gral  
Sous la direction de : Lisa De Visscher et Benoît Vandebulcke  
Année académique 2023-2024





UNIVERSITÉ DE LIÈGE – FACULTÉ D'ARCHITECTURE

# **De l'observation de la densité à la fabrique de la ville dense : le cas de la seconde ceinture de Bruxelles**

**Étude de cas : reconversion d'un ensemble de bureaux**

Sous la direction de : Lisa De Visscher et Benoît Vandebulcke  
Année académique 2023-2024

Axes de recherche : Densité, Seconde ceinture de Bruxelles, Reconversion, projet



## **Remerciements**

La réalisation de ce TFE projet n'aurait pas été possible sans le soutien et les conseils de nombreuses personnes, auxquelles j'exprime ici ma gratitude.

Je tiens tout d'abord à remercier, Lisa De Visscher et Benoît Vandenbulcke pour m'avoir guidé tout au long de mon processus de recherches et de m'avoir laissé une grande autonomie dans le traitement de mon sujet. Grâce à vous, j'ai pu découvrir les enjeux contemporains de la ville de Bruxelles et continuer d'apprendre sur le processus de conception d'un projet.

Je souhaite également exprimer ma reconnaissance envers les professeurs encadrant l'atelier Émeric Marchal et Bastien Pilet pour m'avoir guidé dans la réalisation de mon projet de fin d'études.

Merci également à Jérôme Kockrerols qui m'a fait découvrir les enjeux de Bruxelles et guidé dans la recherche de mon sujet.

Je souhaite remercier l'ensemble de mes amis et de ma famille qui m'ont accompagné et soutenu pendant cette année de réflexion.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Merci à tous.

## **Préambule**

Le TFE que vous tenez entre vos mains s'inscrit dans la lignée de l'atelier «Rethink, resettle, reconfigure» menée par Lisa De Visscher, Benoît Vandebulcke, Emeric Marchal et Bastien Pilet. L'objectif de l'atelier s'oriente sur la requalification d'immeubles de bureaux dans la seconde ceinture de Bruxelles. Ce contexte pose les bases de la recherche de ce TFE projet et ancre mon travail dans une problématique auquel fait face la ville : Que faire de ces ensembles de bureaux qui ponctuent le territoire bruxellois ?

Pour orienter la recherche de ce TFE projet, Lisa De Visscher et Benoît Vandebulcke m'ont dirigé vers Jérôme Kockrerols au bureau du Bouwmeester dans l'objectif d'apprendre davantage sur les enjeux des immeubles de bureaux à Bruxelles. Les immeubles de bureaux présentés lors de cet entretien sous la forme d'un «éventail de la banalité» m'ont fait réagir sur leurs similitudes et contrastes ainsi que sur l'importance de leur transformation pour le territoire. Il est également évoqué pendant l'échange un concours d'architecture portant sur la transformation de l'Espace Beaulieu, un ensemble de trois immeubles de bureaux situé à Auderghem. La découverte de ce projet m'interpelle de par ses proportions et l'impact qu'une telle reconversion pourrait avoir sur son environnement. Comment manipuler un bâtiment d'environ 40 000 m<sup>2</sup> et le faire participer à la vie du quartier ? Il me paraissait donc opportun d'utiliser ce projet comme étude de cas dans mon travail.

Au cours de mes recherches, la notion de densité apparaît comme une matière théorique intéressante pour interagir avec le bâti existant et le repenser. En effet, avec un gisement d'immeubles de bureaux délaissés, la ville dispose d'une source non négligeable d'espace permettant la fabrication de Bruxelles comme une ville dense. Comment faire de Bruxelles une ville dense ? Qu'est ce qui définit réellement la densité ? Comment utiliser la notion de la densité pour analyser et agir sur la ville ? Faut-il vraiment densifier ou au contraire dédensifier ? Les questions sont multiples quand on évoque la densité à Bruxelles.

Ce TFE a pour objectifs de clarifier la notion de densité et d'apprendre à l'utiliser.



Figure 1 : Eventail de la banalité présenté pendant l'entretien (BMA, 2023)

## Liste des abréviations

CBS : Coefficient Biotope par Surface

DAH : Densité des Activités Humaines

FSI : Floor Space Index

GSI : Ground Space Index

OSR : Spaciousness

PAD : Plan D'aménagement Directeur

PRAS : Plan Régional d'Affectation du Sol

PRDD : Plan Régional de Développement Durable

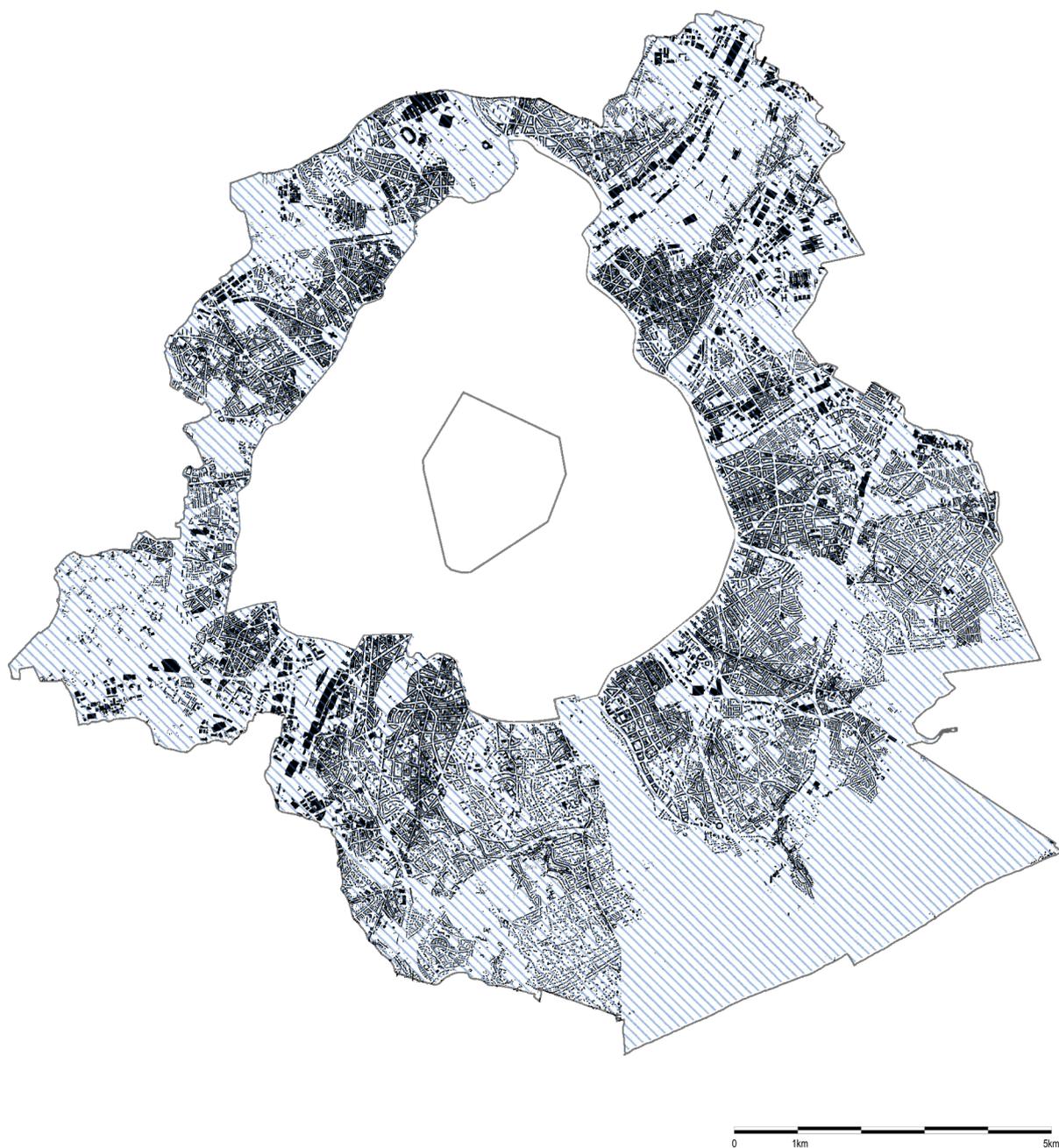


Figure 2 : Localisation de la seconde ceinture dans le territoire bruxellois  
(réalisée par l'auteur)

# **Table des matières.**



**REMERCIEMENTS .....P.7**

**INTRODUCTION .....P.18**

## **CHAPITRE 1**

**HISTOIRE ET DÉVELOPPEMENT DE LA CAPITALE BELGE: LES FONDATIONS DE LA VILLE DU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE .....P.38**

1. Prélude à l'histoire de Bruxelles : Les premières traces d'activités .....p.40

2. Fabrique de la ville de Bruxelles au cours du temps .....p.40

3. Evolution de la densification du bâti de 977 à nos jours .....p.52

4. Synthèse .....p.54

## **CHAPITRE 2**

**CALCUL SET FORMES URBAINES, LES OUTILS DE LA DENSITE .....P.56**

1. Densité brute et densité nette .....p.58

2. Densité physique contre Densité perçue .....p.59

3. Les densités physiques .....p.59

3.1 Densité de population et densité résidentielle

3.2 Densité bâtie

3.3 Emprise bâtie et espace ouvert

3.4 Densité d'activité humaine Densité des réseaux

3.5 Densité des réseaux

3.6 Densité d'emplois

3.7 Hauteur des bâtiments

3.8 Le coefficient biotope par surface

4. La forme urbaine, un critère d'observation .....p.66

4.1 *La forme urbaine, une résultante de la densité*

4.2 *La forme urbaine et méthodologie de calcul*

5. Étude de cas : Analyse de tissus urbains dans la seconde ceinture .....p.70

6. Synthèse .....p.92

## **CHAPITRE 3**

### **LES CRITÈRES DE DENSIFICATION POUR UNE VILLE DENSE DE QUALITÉ SELON LA VILLE DE BRUXELLES .....P.94**

1. Les critères de la ville de Bruxelles .....p.96

1.1 « Une densification proportionnelle à la dimension de l'espace public »

1.2 « Une densification respectueuse du patrimoine architectural »

1.3 « Une densification proportionnelle à la taille des parcelles et des îlots »

1.4 « Une densification qui s'appuie sur la revalorisation du bâti existant »

1.5 « Une densification liée à une bonne accessibilité en transport public et aux alternatives à la voiture individuelle »

1.6 « Une densification liée à une présence suffisante d'espaces verts »

1.7 « Une densification qui s'accompagne de la création de services de proximité adaptés aux besoins »

2. Principes complémentaires de la stratégie définis par la ville.....p105

2.1 *Subdivision interne*

2.2 *Dédensification*

3. Synthèse .....p.108

## **CHAPITRE 4**

### **Application des principes de densité sur le projet de l'Espace Beaulieu .....p.110**

1. Présentation de l'Espace Beaulieu .....p.112

2. L'Espace Beaulieu, un ensemble trop dense ? .....p.124

3. Agir sur l'existant .....p.148

3.1 L'Espace Beaulieu au cœur d'un remaniement urbain

3.2 L'Espace Beaulieu, vers une mixité programmatique

3.3 Unités d'habitations

4. Synthèse.....p. 169

**CONCLUSION .....P. 170**

**BIBLIOGRAPHIE .....P. 176**

**ANNEXES .....P.182**



# Introduction.



En physique, la densité ou densité relative d'un corps est une notion bien connue du monde scientifique, elle désigne le rapport d'une masse volumique d'un corps à la masse volumique d'un autre corps pris comme référence (Larousse, 2024). La densité ne retourne ici d'aucune unité de grandeur et ne s'exprime sans aucune unité de mesure. Bien qu'observable de façon pluridisciplinaire, la notion de densité rattachée au langage de l'architecture et de l'urbanisme, définit une approche rationnelle de l'objet étudié (Bahamón & Sanjinés, 2008).

Selon le Larousse, la densité vient du latin « densitas » décrivant l'épaisseur, et prenant sa traduction dans « qualité de ce qui est dense ». Souvent issue de la résultante d'un critère (X) sur la superficie étudiée (m<sup>2</sup>), l'objectif est d'obtenir un pourcentage et d'analyser les proportions. La notion de densité introduit quantité de calculs permettant de comprendre l'espace. En effet, la densité peut donc se référer à : la densité bâtie, la densité des réseaux, la densité d'espaces ouverts, la densité d'unités d'habitations, ou encore la densité de population. Les différentes données acquises servent à comprendre le fonctionnement et les tendances d'utilisation des espaces. Les acteurs du territoire parviennent alors, à déterminer les tendances et à agir sur le paysage afin d'optimiser le système (Ecole normale supérieure de Lyon, 2020).

Au cours du temps, de nombreux architectes, urbanistes et théoriciens se sont appropriés la notion de densité. La densité est utilisée comme outil pour planifier et concevoir la ville. Certains acteurs ont défini leurs idéaux de densification.

Prenons l'exemple de la densité de population et d'unités d'habitations. En 1899, selon Howard, la densité de population par commune ne doit pas excéder plus de 75 hbts/ha au risque d'avoir une population trop condensée dans un espace. Toutefois, la notion de densité de population doit prendre en compte le caractère fluctuant d'occupation de l'espace. Ainsi, bien que la densité de population reste utilisée dans la conception de la ville, les acteurs tendent à privilégier la densité d'unités de logement plus facilement mesurable (Berghauser Pont & Haupt, 2010).

En 1912, Unwin prône une limite de 30 logts/ha pour la fabrique de l'îlot (Unwin, 1912) bien en-dessous des 250 logts/ha envisagés par Jacobs en 1961 (Jacobs, 1961).

La proportion des espaces bâtis sur le terrain est aussi au cœur des recherches. En 1860, Ildefonso Cerdà travaille sur le plan d'extension de la ville de Barcelone et s'oriente vers un rapport 50/50 entre le bâti et le non-bâti permettant d'accéder à de meilleures conditions d'hygiène (Busquets, 2005). Un siècle plus tard, en 1961, une philosophe de l'urbanisme et de l'architecture, Jane Jacobs se penche sur une densité d'occupation du sol supérieure comprise entre 60 % et 80 % pour la fabrique des îlots.

Selon elle, une forte densité induirait des espaces de vies plus petits forçant dès lors les habitants à utiliser davantage les espaces publics. Son objectif, par le biais de la densité, est d'améliorer les échanges sociaux au sein d'un espace (Jacobs, 1961).

Les approches sont différentes et témoignent tous de la volonté de créer des espaces de qualités pour les habitants. L'évolution de l'usage de la densité au cours du temps, permet de mieux comprendre les processus qui ont forgé la fabrique de la ville et le travail de certains architectes.

En 2003, la ville d'Amsterdam propose les appellations FSI (Floor Space Index) renvoyant au rapport de surface de plancher habitable sur la superficie de la parcelle et GSI (Ground Space Index) décrivant le ratio de l'emprise au sol de la construction sur le parcellaire (Berghauser Pont & Haupt, 2010). Ces deux notions sont primordiales à la compréhension de la ville.

	Date	Auteur	Mesures envisagées
Densité de population	1899	Howard	« 75 hbts/ha »
Unité d'habitation	1909	Unwin	« 30 logts/ha » (ilot)
	1961	Jacobs	« 250 logts/ha » (ilot)
Espace ouvert	1860	Ildefonso Cerdà	« 50/50 »
Occupation	1961	Jacobs	« 60-80% d'occupation des sols »
	2003	Ville d'Amsterdam	FSI / GSI

Figure 3 : Échantillonnage des interprétations de la densité au cours du temps  
( réalisée par l'auteur )

Le rapport Brundtland publié par l'ONU en 1987 dévoile l'expression du développement durable au monde entier. L'avènement de cette notion remet sous le feu des projecteurs la notion de densité urbaine. En effet, la recherche d'une densité qualitative doit se faire au regard des enjeux du développement durable. En Belgique, il faudra attendre l'année 2009 pour qu'apparaisse la notion de densification dans le cadre de la refonte du PRDD (Ananian, 2016). La formation de la ville dense et respectueuse de son environnement concile les notions de développement durable en s'appuyant sur les critères de densité.

La densification urbaine est définie par P. Ananian et B. Declève dans « Montréal et Bruxelles en projet (s) les enjeux de la densification urbaine » comme « l'ensemble des formes et des processus spontanés, planifiés ou encadrés d'intensification des activités sur le territoire, caractérisés par une augmentation de la population résidente et non-résidente, le développement du parc bâti résidentiel et non-résidentiel, la restructuration des réseaux de transport, et la valorisation et la mise en réseau des espaces verts ». La densification urbaine peut se manifester de plusieurs formes. À Bruxelles, le PRDD s'attelle à définir les principaux critères permettant de mettre en œuvre une densité équilibrée conciliant par exemple, une refonte des ensembles vacants, requalifiant les espaces ouverts ou en proposant davantage de mixité programmatique (PRDD, 2018). La densification urbaine peut se manifester de plusieurs manières et diverge d'une ville à l'autre. A Bruxelles, la densification urbaine s'explique selon plusieurs facteurs.

Dans un premier temps, les 19 communes qui composent la ville définissent une superficie restreinte aux limites administratives de 161,4 km<sup>2</sup>. Bruxelles fait ainsi face, à une raréfaction des surfaces disponibles (Statbel, 2024). Cette carence du foncier est le résultat d'une pression démographique constante et des demandes croissantes en termes d'infrastructures et de logements. En effet, les limites administratives de la ville agissent comme une frontière physique à l'étalement urbain. De plus, l'horizon 2050 marque l'échéance à laquelle Bruxelles s'est engagée pour atteindre le zéro artificialisation des sols dans le but de préserver la biodiversité et de protéger les ressources naturelles du site (Build Europe, 2022).

Face à cette contrainte, la volonté de densifier l'existant émerge comme un objectif indispensable pour continuer le développement de la ville. Cependant, cette densification ne doit pas être perçue uniquement comme une réponse aux contraintes de l'espace. Elle représente également une opportunité de repenser la manière dont le système se développe et fonctionne. En effet, le cadrage spatial ne doit pas être perçu négativement par les acteurs, mais au contraire, inciter la transition vers une ville dense. Se faisant, la densification peut favoriser la création de quartiers dynamiques et durables, tout en préservant les espaces naturels et en réduisant les émissions de gaz à effet de serre liées aux déplacements.

La fin de l'étalement urbain appelle donc à un remaniement de notre manière de penser la fabrique de la ville. La densification des unités d'habitations dans les communes les moins peuplées doit se faire de manière réfléchie en prenant en compte les caractéristiques du site. La plupart des promoteurs considèrent davantage la création d'un habitat dense conduisant à un meilleur rendement financier. Toutefois, la densification ne doit pas s'effectuer à l'encontre des prérogatives définies par la ville ni à l'appauvrissement des espaces qualitatifs bien au contraire (Kurath & Muhlebach, 2020).

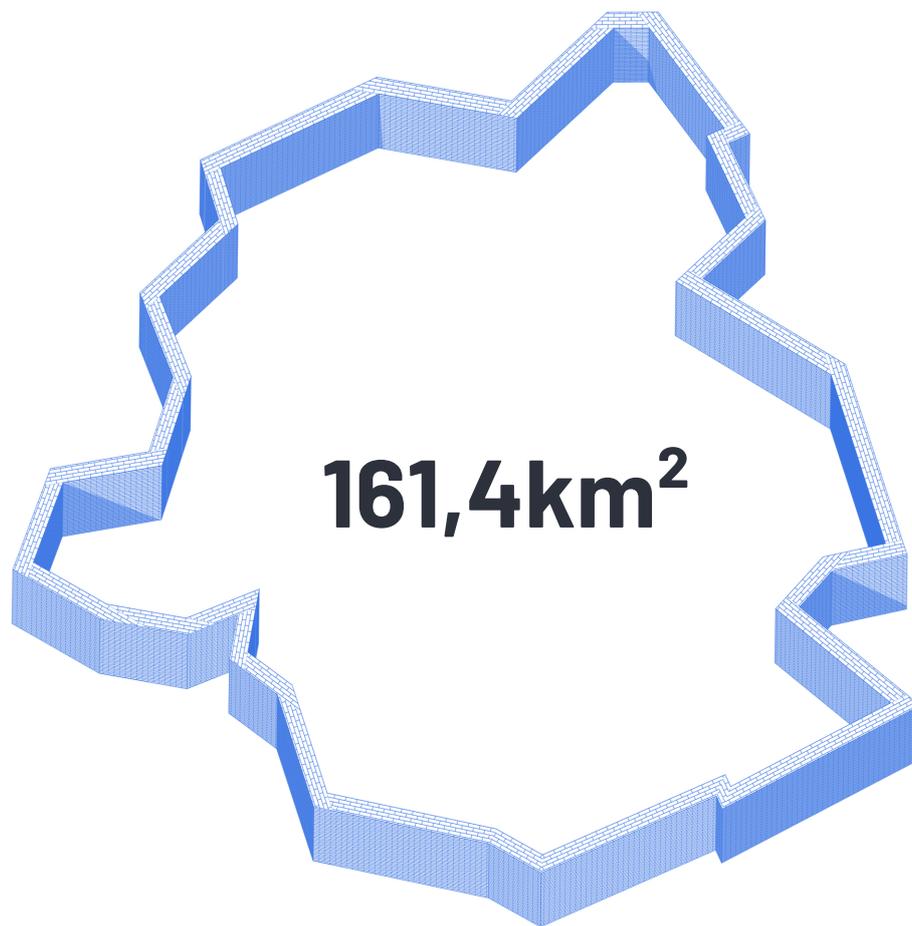


Figure 4 : Schéma des limites spatiales de Bruxelles  
(réalisée par l'auteur )

Dans un second temps, la Belgique présente de grandes disparités en termes de densité de population, tant à l'échelle des régions qu'à celle des communes. À l'échelle régionale, ces disparités sont telles que la Région flamande affiche une densité de population de 497 habitants par kilomètre carré, tandis que la Région wallonne enregistre une densité moindre de 218 habitants par kilomètre carré. Cependant, c'est la Région de Bruxelles-Capitale qui se distingue avec une densité remarquable de 7 642 habitants par kilomètre carré (Statbel, 2023). En effet, sa fonction de capitale européenne, son foyer économique et sa dimension spatiale, la ville de Bruxelles se composent d'une densité supérieure aux autres régions. Toutefois, si l'on se penche sur les densités de population au sein des communes, on peut observer des écarts encore plus grands avec les espaces les plus densément peuplés comme Saint-Josse-ten-Noode (23.322 hab./km<sup>2</sup>) et Saint-Gilles (19.466 hab./km<sup>2</sup>), et les communes les moins peuplées comme Watermael-Boitsfort (1.958 hab./km<sup>2</sup>), Uccle (3.764 hab./km<sup>2</sup>) ou encore Auderghem (3.942 hab./km<sup>2</sup>) (IBSA, 2023).

*Note : Vous trouverez en annexe l'ensemble des densités de populations ainsi que des analyses des différentes communes*

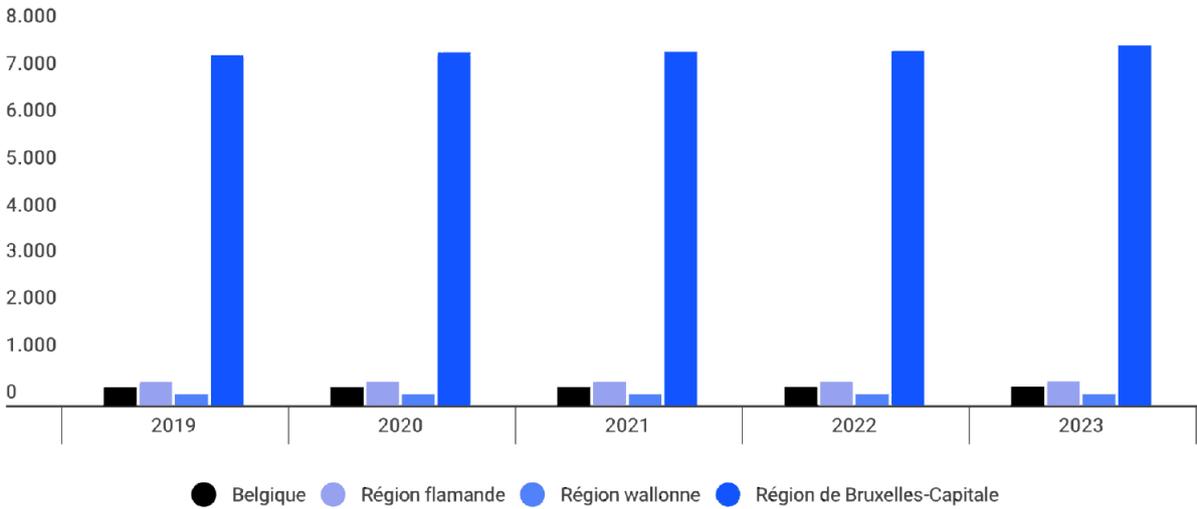


Figure 5 : Evolution de la densité de population en Belgique (Idib)

Bruxelles est une ville densément peuplée et les projections jusqu'à l'horizon 2070 défissent une augmentation du nombre d'habitants. Avec une évolution de 1 218 255 hbts en 2020 à 1 312 856 hbts en 2050 et 1 343 604 hbts en 2070 (Statbel, 2023), la région va devoir répondre à la croissance de la demande. Comme l'expliquent Bernard et Marine Declève dans « Montréal et Bruxelles en projet(s) : les enjeux de la densification urbaine », la densité brute moyenne de population s'élèvera à environ 82 hbts/ha en 2060, induisant une variation de 9 hbts/ha. « Cela veut dire produire environ 6 000 nouvelles unités de logements par an, dont 20 % de logements publics ».

De plus, il faut prendre en compte que la manière d'occuper un espace varie énormément. En effet, sans régulation du taux d'occupations des logements, un individu peut s'avérer occuper aussi bien un logement d'une chambre comme de trois chambres. Ces variations rendent donc l'utilisation de la densité de population insuffisante dans les études (Kurath & Muhlebach, 2020).

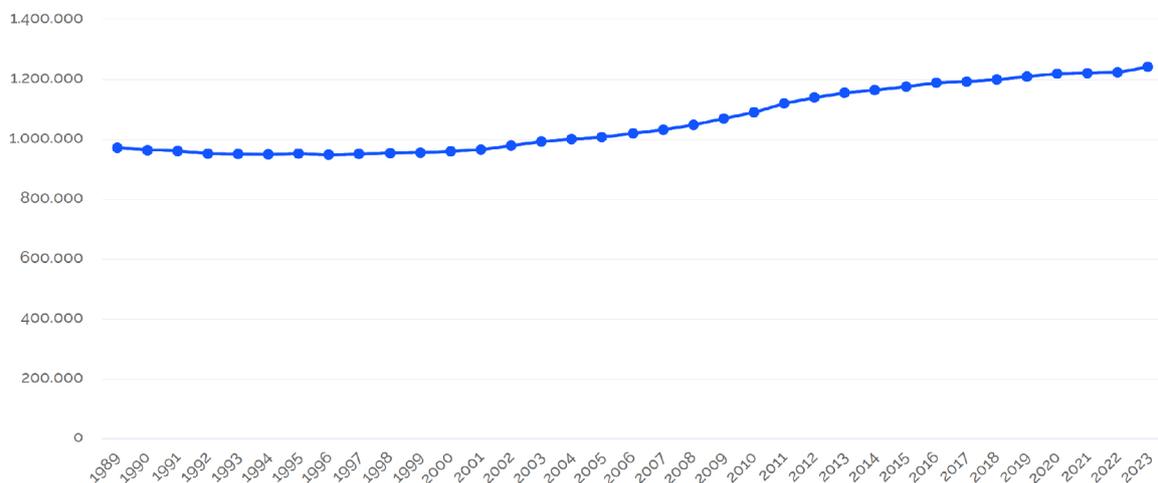


Figure 6 : Evolution du nombre d'habitants de la Région Bruxelles-Capitale entre 1989 et 2023 (Statbel, 2023)

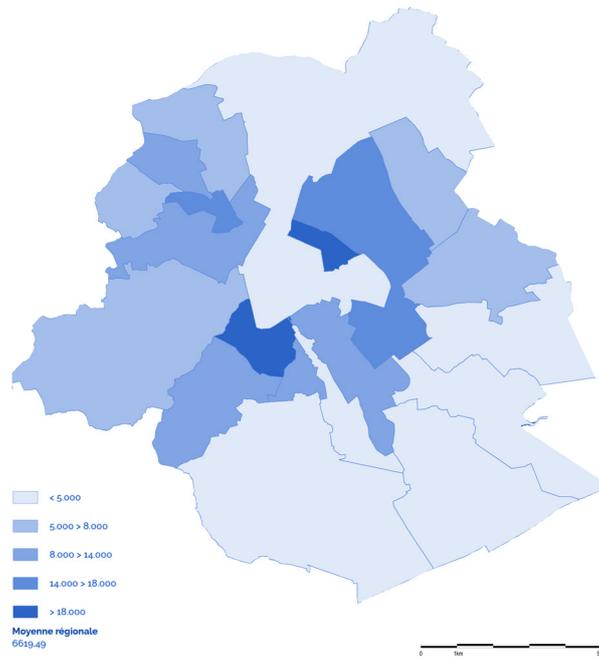


Figure 7 : Cartographie des densités de population en 1971  
(Perspective Bruxelles, 2021)

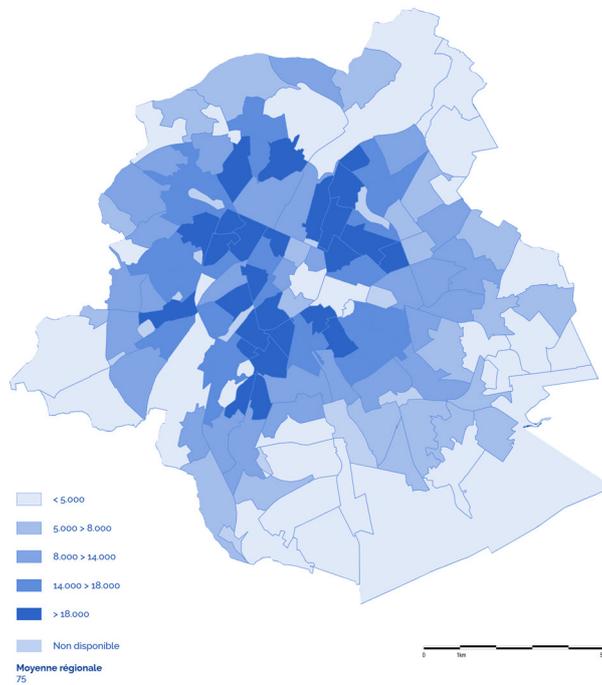


Figure 8 : Cartographie des densités de population en 2021  
(Perspective Bruxelles, 2021)

Dans un troisième temps, Bruxelles regorge d'espaces inutilisés qui ne contribuent plus à la dynamique de la ville. Les acteurs de la ville doivent composer avec une forte vacance des immeubles de bureaux. En effet, héritée du Modernisme et du Fonctionnaliste d'après-guerre, Bruxelles a connu une densification des surfaces de bureaux en passant d'environ 500 000 m<sup>2</sup> en 1950 à 12,6 millions m<sup>2</sup> en 2008. Comme l'explique C. Dessouroux, la multiplication de ces espaces ne s'est pas limitée à l'est du Pentagone, mais c'est bel et bien étendue à toute la région de Bruxelles. Ainsi, l'ensemble du territoire reste encore jalonné d'espace monofonctionnel définissant souvent des fractures physiques et programmatiques dans leur site. De plus, avec une vacance estimée à 1 080 875 m<sup>2</sup> sur les 12 489 055 m<sup>2</sup> existant en 2022, soit un taux de vacance de 8,7%, la région semble donc disposer d'un stock suffisamment conséquent pour être transformé. Enfin, c'est déjà 300 000 m<sup>2</sup> qui se sont vus changer d'occupation des sols entre 2021 et 2022 (Perspective Bruxelles, 2022).

*Note : L'existence et la localisation de ces richesses spatiales pourraient servir à réactiver la dynamique de certains quartiers.*

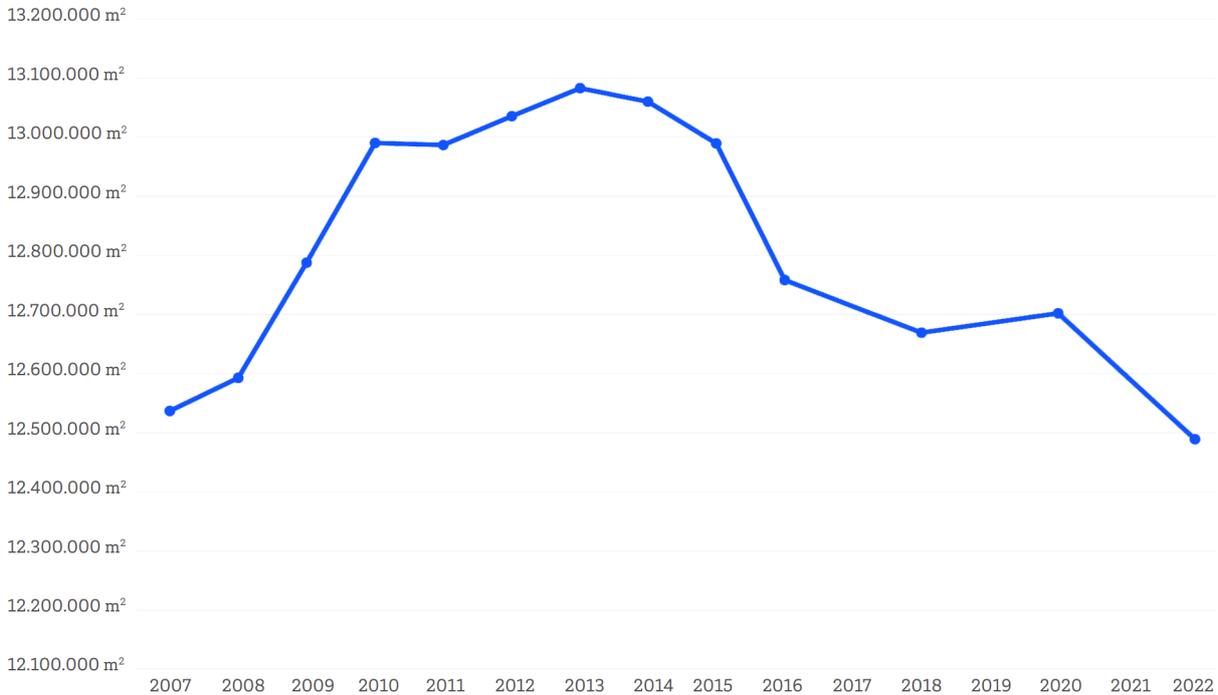


Figure 9 : Graphique du stock d'immeubles de bureaux (Perspective Bruxelles, 2022)

Note: Les immeubles de bureaux dans la seconde ceinture sont dans la plupart des cas situés en bord d'un grand axe routier, construits stratégiquement pour être facilement desservis.

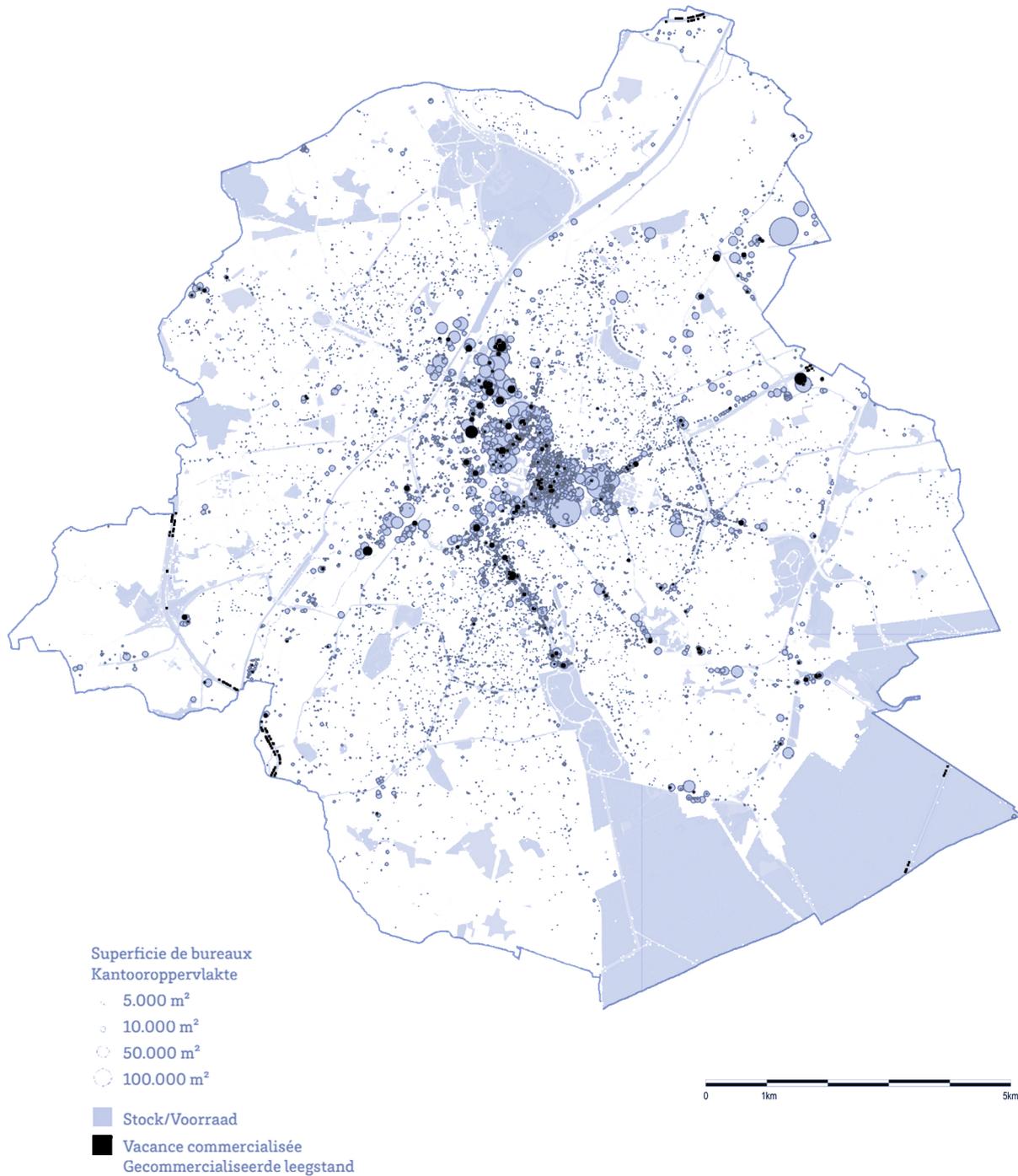


Figure 10 : Stock 2022 (situation au 15 septembre 2023) et vacance commercialisée (novembre 2023) à l'échelle de la Région (Idem)

- |                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Espace Beaulieu                | 5. 102 Boulevard de la Woluwe  |
| 2. Immeuble CBR                   | 6. Rue Volta n° 6A             |
| 3. «Twin House»                   | 7. 12 rue Genève « Everegreen» |
| 4. 22 Avenue Beaulieu «Croissant» | 8. Val d'or                    |

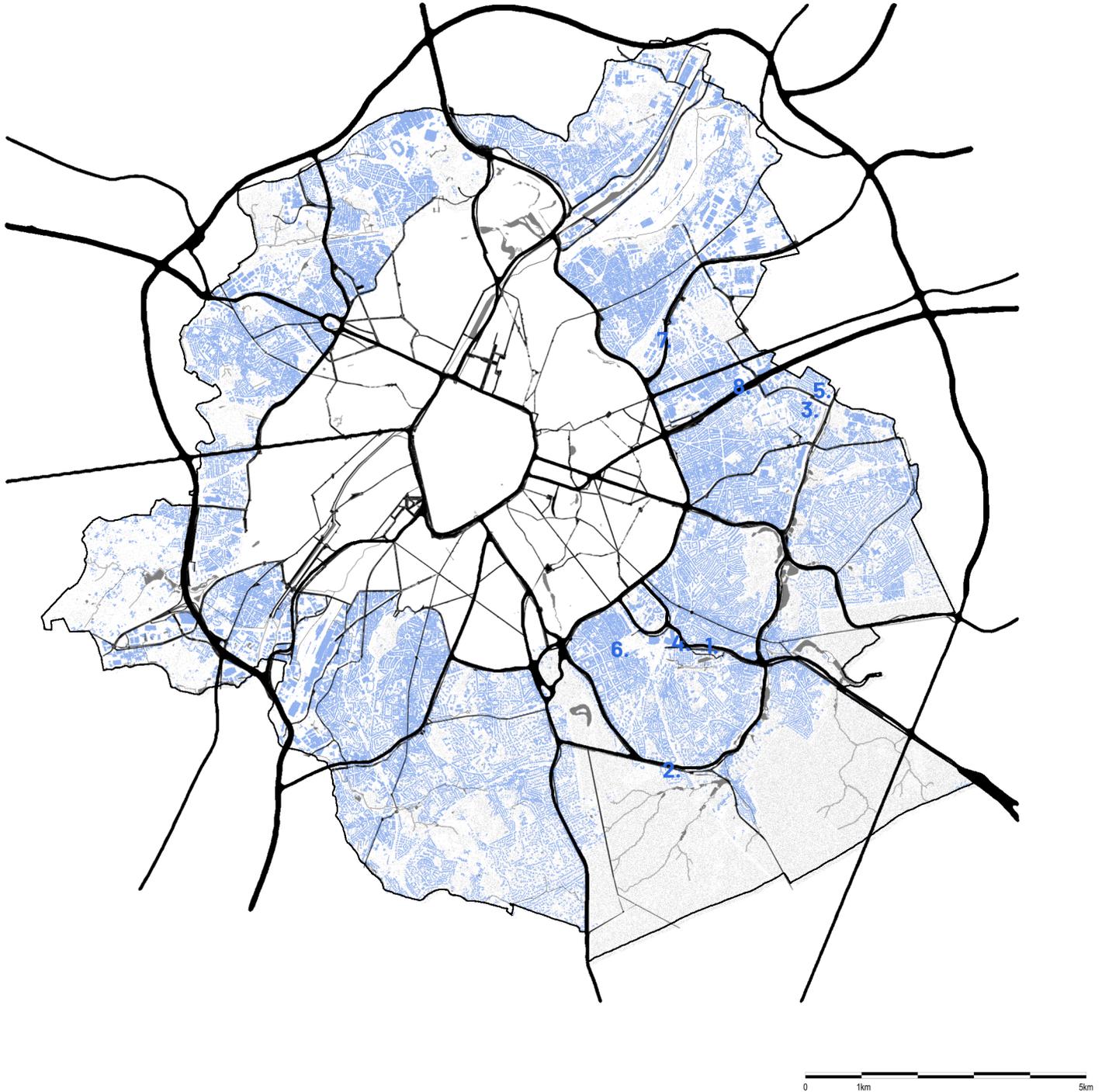
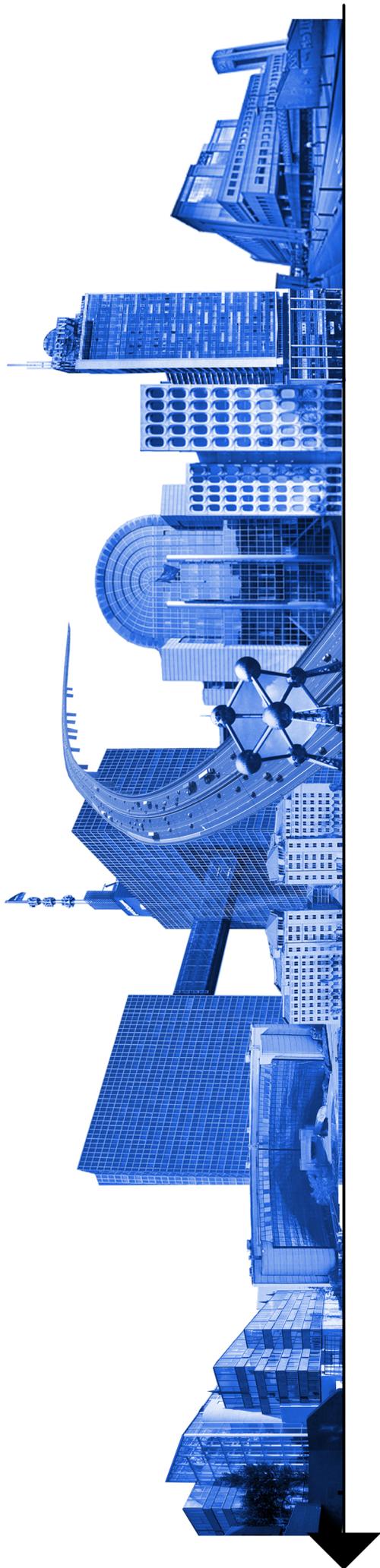


Figure 11 : Echantillonnage d'immeubles de bureaux construits dans la seconde ceinture de Bruxelles au cours du XXe siècle. (réalisée par l'auteur )

Note : Des plans avant/après des immeubles cités ci-dessus se trouvent en annexe



1920

1923. Construction de la cité Bon-Air

1925. Construction de la cité Moderne

1930.

1940. Début de l'étalement urbain

1949. Gare du midi (démolie)

1950

1955. Prolongation du réseau de tramway

1957. Centre international Rogier (démoli)

1958. Exposition universelle, atonium

1960. Développement du projet «Manhattan»

1962. Début de conception du ring

1967. Construction de l'immeuble CBR

1970. Développement du metro

1978. Réalisation du Ring

1980

1989. Immeuble de bureaux «Twin House»

1990

1993. Construction du Parlement européen  
Inauguration des bureaux de la commission européenne à Auderghem

Contrat de quartier

1994. Espace Beaulieu à Auderghem

Les enjeux de la densification amènent à réfléchir sur le choix d'un projet comme cas d'étude et de recherche de la densité. En ce sens, le projet de reconversion de l'espace Beaulieu à Auderghem, dans la seconde ceinture de Bruxelles apparaît comme un terrain d'expérimentation viable et stimulant de par ses dimensions et sa position géographique.



Figure 12 : Localisation du projet de l'espace Beaulieu dans la commune d'Auderghem (réalisée par l'auteur )

Cet ensemble de trois immeubles bureaux élaboré par l'atelier Genval en 1993 développe environ 40 000 m<sup>2</sup> de surface habitable et 23 000 m<sup>2</sup> en sous-sol. Le bâtiment a été occupé par la Commission européenne jusqu'en 2020. Trois ans plus tard, le bureau du Bouwmeester lance un concours d'architecture. L'appel a pour objectif de repenser le bâti avec davantage de mixité en oeuvrant pour que le rez-de-chaussée accueille des fonctions publiques comme des services, des restaurants ou encore des commerces tout en garantissant la création de nouveaux logements dans les étages suivant une stratégie d'adaptive re-use (modification programmatique d'un bâtiment qui n'a pas été conçu pour s'adapter). Le projet, aujourd'hui monofonctionnel va devoir se confronter aux enjeux du XXI<sup>ème</sup> siècle pour s'adapter aux nouveaux modes de vie et à la mutation de l'ensemble du tissu de la seconde ceinture. Par ailleurs, la morphologie d'un tel bâtiment dans son contexte nécessite des actes réfléchis permettant de requalifier à la fois l'échelle du bâtiment mais également l'échelle du quartier et même de la commune. La manipulation d'un projet comme celui de l'espace Beaulieu peut radicalement changer l'image et le vécu dans son secteur. Il est donc nécessaire pour cette recherche, de mettre en place une densité mesurée, qui ne viendra pas saturer les systèmes déjà présents dans la commune.

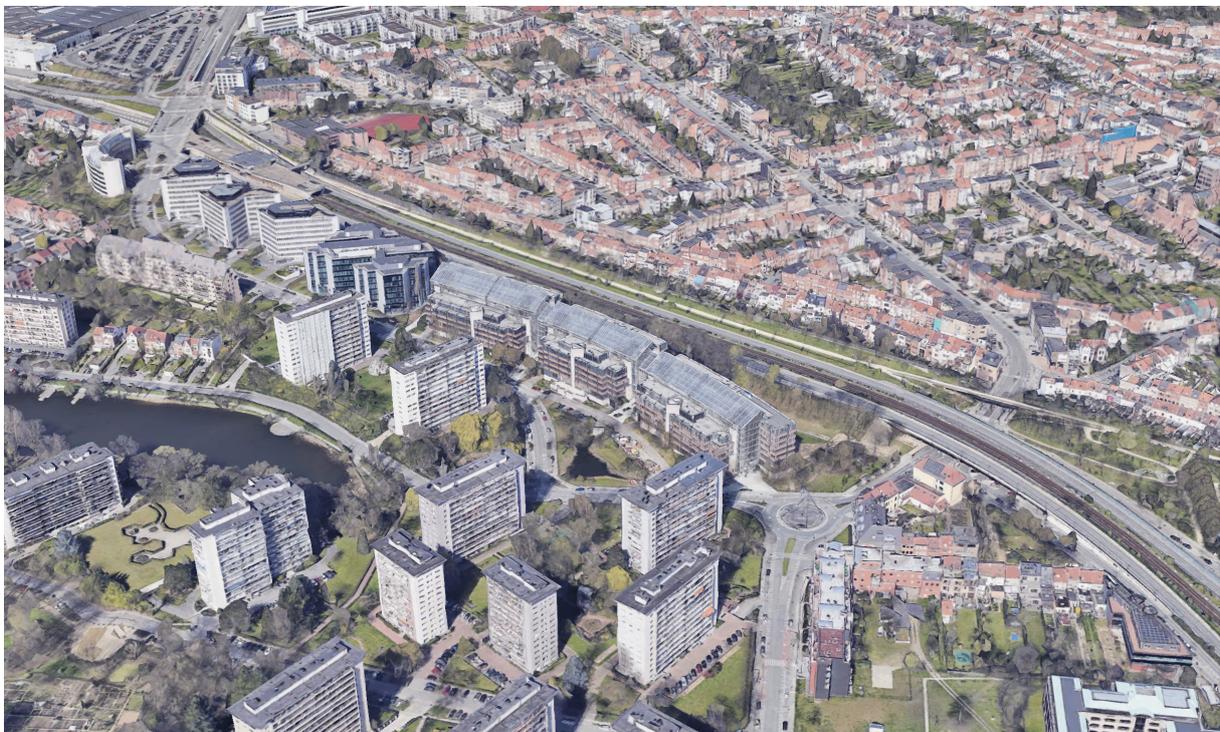


Figure 13 : Représentation 3D d'une vue aérienne de l'espace Beaulieu  
( Google Earth, 2024 )

L'introduction menée au cours des pages précédentes décrit succinctement la notion de densité et ses enjeux en région bruxelloise. Ce contexte pose les bases de la recherche englobant ce TFE projet et amène à la problématique suivante :

**En quoi, la notion de densité et ses principes peuvent-ils servir d'outils à l'analyse du territoire ainsi qu'à la requalification de l'espace Beaulieu en vue de participer à la densification de la seconde ceinture ?**



## **Méthodologie de recherche**

Les objectifs de ce TFE projet sont de synthétiser la notion de densité, d'explicitier la manière de s'approprier la théorie pour analyser le territoire ainsi qu'utiliser l'ensemble des principes pour manipuler la conception d'un immeuble de bureaux.

Dans le premier chapitre, nous allons observer les grandes étapes qui ont mené au développement et à la diversification du tissu urbain de la ville de Bruxelles telle que nous la connaissons aujourd'hui. Pour ce faire, l'étude d'ouvrages historiques et urbanistiques nourrira les synthèses cartographiques visant à mettre en lumière les évolutions et mutations de la ville.

Dans le second chapitre, nous nous attellerons à définir les principaux calculs de densité permettant d'analyser la ville à différentes échelles. Pour ce faire, nous regarderons les travaux de Meta Bergauer Pont et Per Haupt, auteurs de l'ouvrage *Spacematrix : Space, Density and Urban Form*. De plus, une méthode reprenant les principaux calculs de densité sera utilisée pour mesurer des exemples témoins dans la seconde ceinture avec comme comparaison une portion du quartier européen.

Le troisième chapitre viendra ajouter un niveau supplémentaire quant à la façon de fabriquer la densité de la seconde ceinture en expliquant les critères de densification décrits dans le PRDD de Bruxelles. Pour ce faire, nous utiliserons les cartographies de la ville, les textes du PRDD ainsi que des ouvrages complémentaires permettant d'appréhender la construction de la densité tout en préservant et améliorant les qualités spatiales de la ville.

Le quatrième chapitre visera, grâce à la recherche par le projet, à confronter notre cas d'étude, avec les prérogatives de densification voulues par la ville de Bruxelles et des calculs de densité. En ce sens, le *modus operandi* repose sur l'analyse du bâtiment étudié au travers d'une approche multiscalaire. Le bâtiment sera comparé avec les différentes échelles de mesure de la densité en partant de la Région vers le parcellaire de proximité. L'intérêt sera de comprendre la densité déjà existante et de savoir si le bâtiment et son parcellaire doivent ou non être densifiés.

Ce constat amènera à expérimenter les différents critères de densification. Pour parvenir à la fabrique du projet, les outils de la recherche architecturale seront mis en œuvre afin d'assimiler le parti architectural.



Figure 14 : Photographie de la Place De Brouckère et du Boulevard Adolphe Max en 1970  
(Bruciel, 2024)

# 1.

## **Histoire et développement de la capitale belge: les fondations de la ville du XXI<sup>e</sup> siècle**

1. Prélude à l'histoire de Bruxelles : Les premières traces d'activités
2. Fabrique de la ville de Bruxelles au cours du temps
3. Evolution de la densification du bâti de 977 à nos jours
4. Synthèse

## 1. Prélude à l'histoire de Bruxelles : Les premières traces d'activités

Les premières traces d'urbanisations sur le site datent du I<sup>er</sup> siècle avant Jésus-Christ lorsque les Romains envahissent le site et bâtissent une villa romaine, un domaine agricole, le long de la Senne (Eupedia, 2022). Semblable aux constructions des Romains, la colonie se bâtit sur une trame rectiligne dans laquelle on retrouve les espaces publics et les bâtiments. De nos jours, il ne reste que peu de traces de cette activité sur le site, seuls certains outils ou objets demeurent. En effet, même si les Romains sont les premiers bâtisseurs sur le site, il faudra attendre le Xe siècle pour voir émerger les premières constructions.

## 2. Fabrication de la ville de Bruxelles au cours du temps

La ville est le fruit de nombreux changements liés aux modes de vies et aux aléas de l'histoire. La fabrication de la ville de Bruxelles résulte d'un long processus de densification. De ce fait, bien que la densité soit au cœur de cette recherche, il est important de prendre quelques instants pour visualiser les grandes transformations spatiales qui ont conduit à la formation de la ville telle que nous la connaissons.

Les cartographies doivent être visualisées par le cadre du maintien et des modifications d'après la légende suivante:

-  Maintien du tissu par rapport à la situation précédente
-  Modifications du tissu par rapport à la situation précédente

*Note: Les cartographies suivantes agissent comme synthèse des évolutions et des mutations du tissu urbain pour former la densité de la ville. Un regard sur le passé peut nous permettre de comprendre la formation de la ville et d'appréhender son futur.*

1. La Senne
2. Les routes principales
3. Oratoire St-Michel
4. Garnison dans l'île St-Géry

**977**

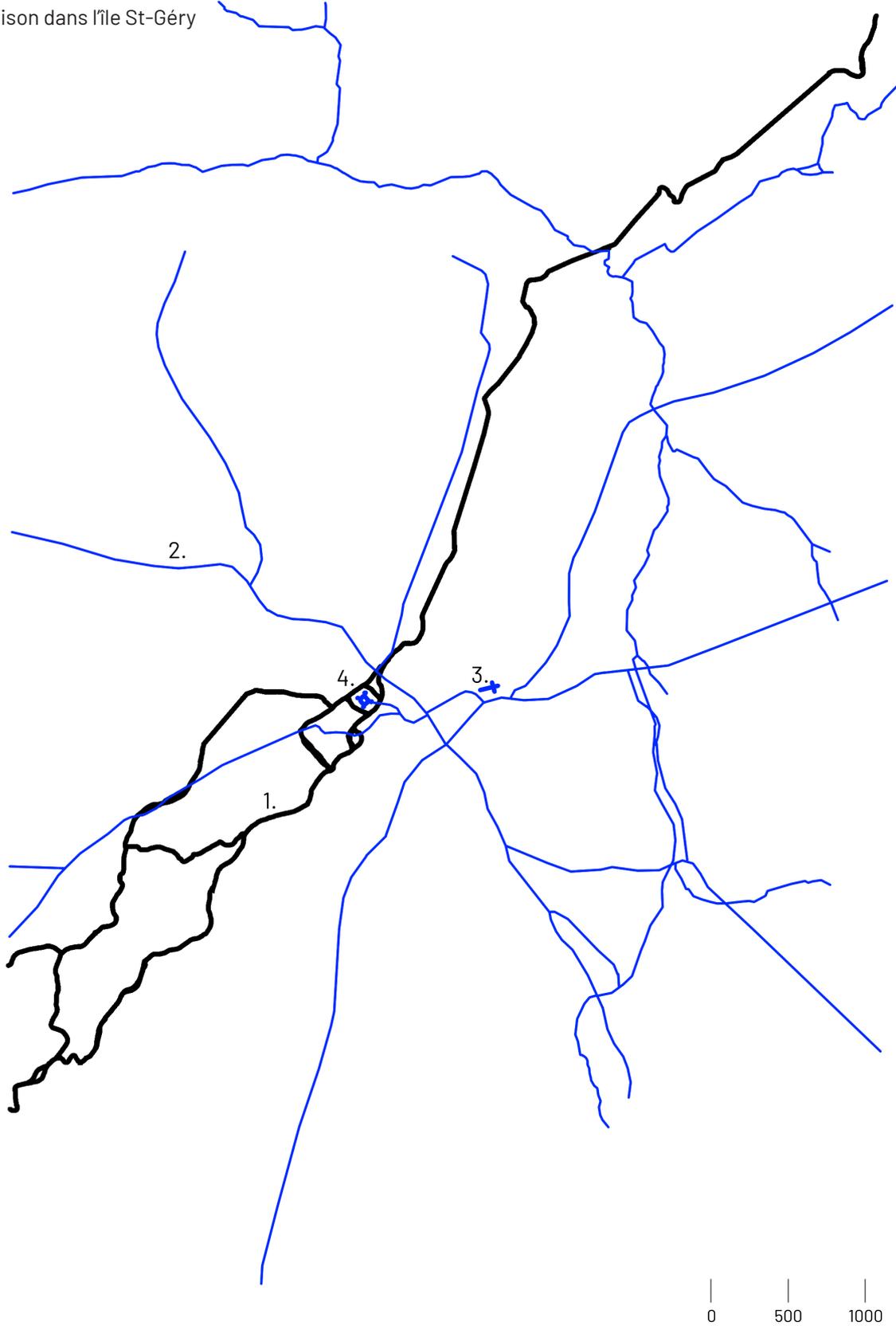


Figure 15 : Schéma des grandes structures spatiales en 977 (Delhayé & Lacour, 1987)

- 1.Chapel castrale
- 2. Débarcadère
- 3. Marché
- 4. Forteresse au Coudenberg

**1062**

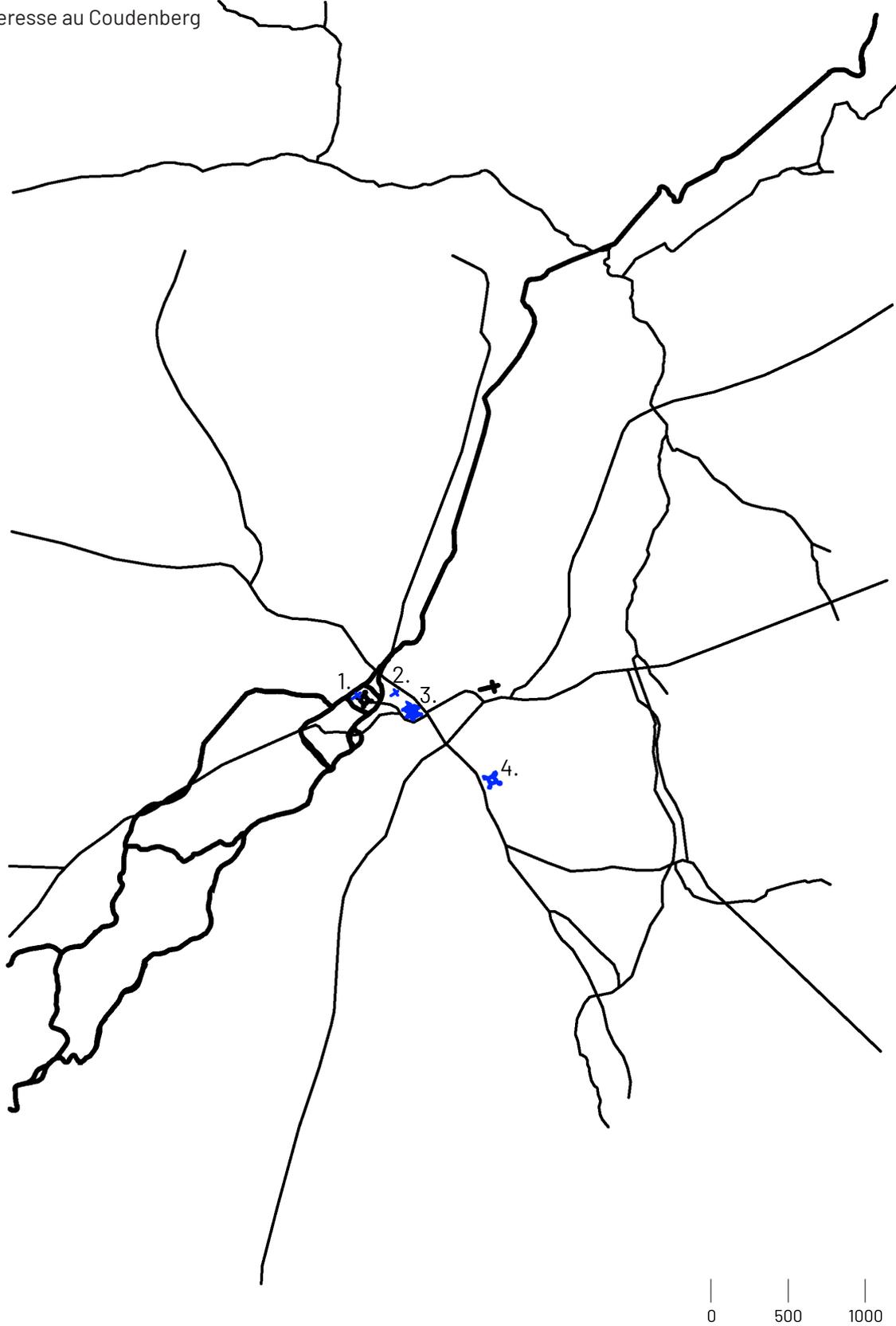


Figure 16 : Schéma des grandes structures spatiales en 1062 (Ibid)

1.1ere fortification  
2. Béguinage

**1357**



Figure 17 : Schéma des grandes structures spatiales en 1357 (Ibid)

- 1. Canal de Willebroek
- 2. Hôtel de ville

1550

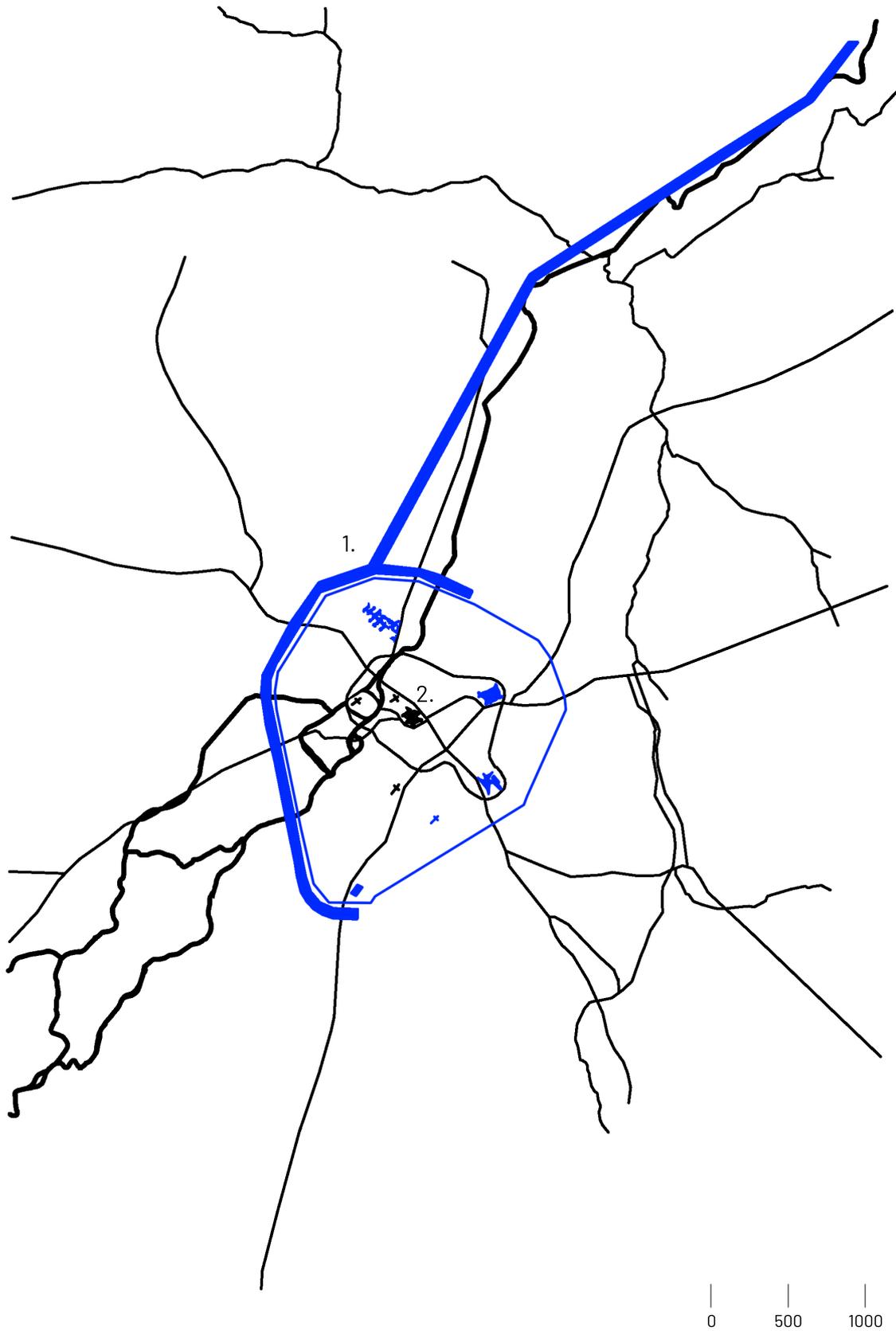


Figure 18 : Schéma des grandes structures spatiales en 1550 (Ibid)

- 1. 2nd fortification
- 2. Bassins intérieurs et port
- 3. Rue Neuve

**1640**

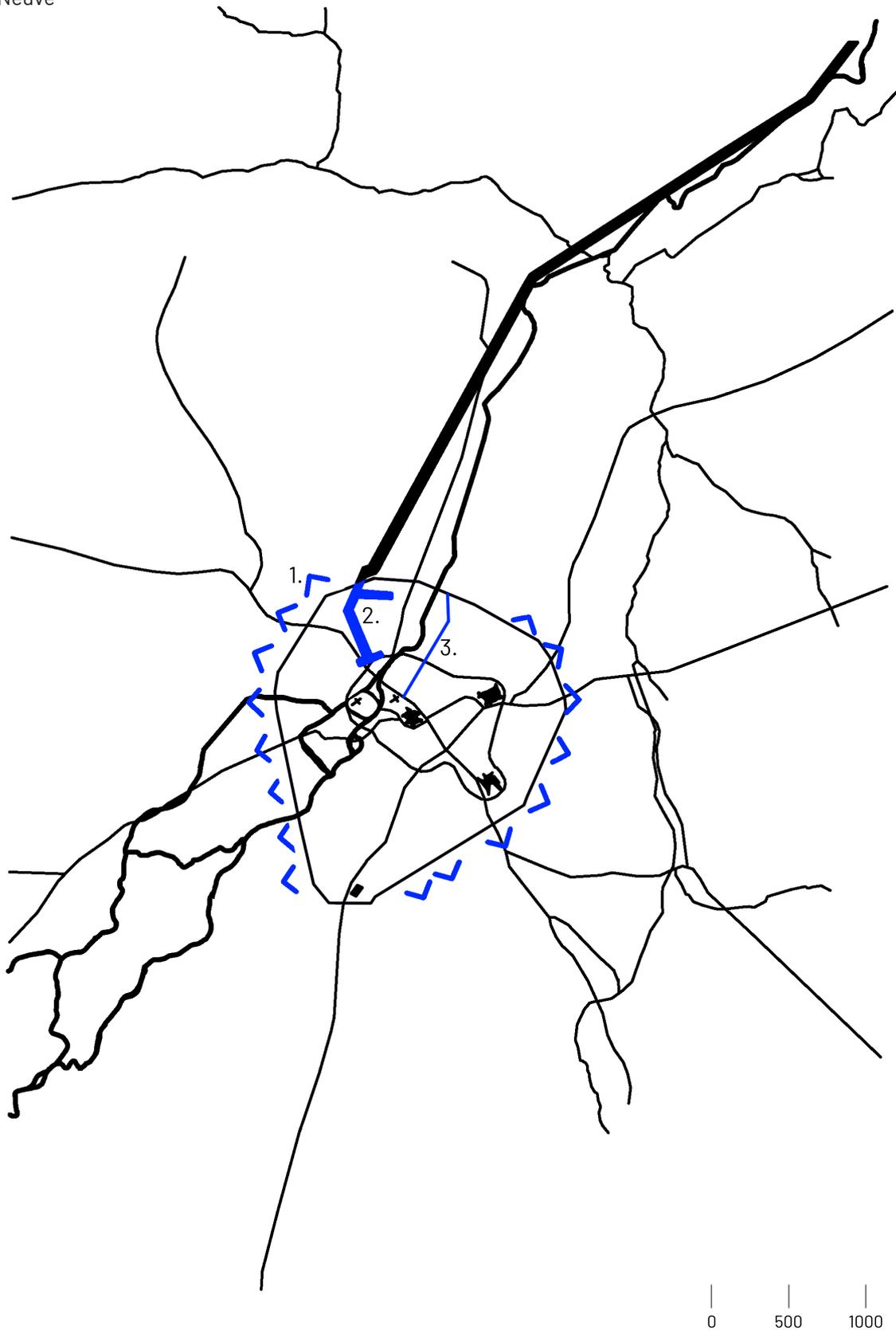


Figure 18 : Schéma des grandes structures spatiales en 1640 (Ibid)

- 1. Renforcement des remparts
- 2. Place St-Michel
- 3. Place royale et parc

1777

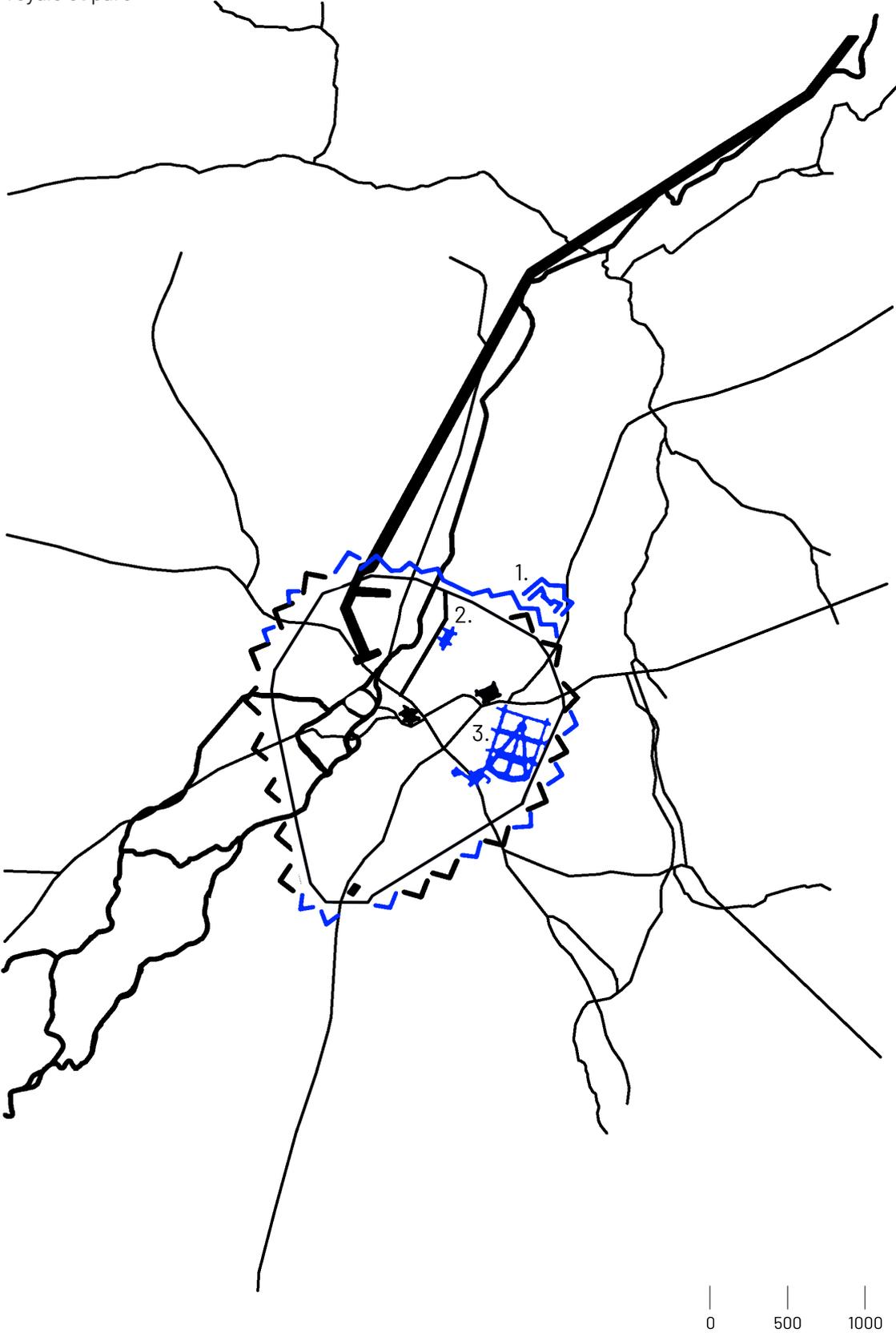


Figure 19 : Schéma des grandes structures spatiales en 1777 (Ibid)

1. Domaine royal de Laeken
2. Chemin de fer Bruxelles-Malines
3. Rue des Palais
4. Gare de l'allée verte
5. Parc du Jardin Botanique
6. Boulevards extérieurs
7. Canal de Charleroi
8. Chaussée de Nivone

**1835**

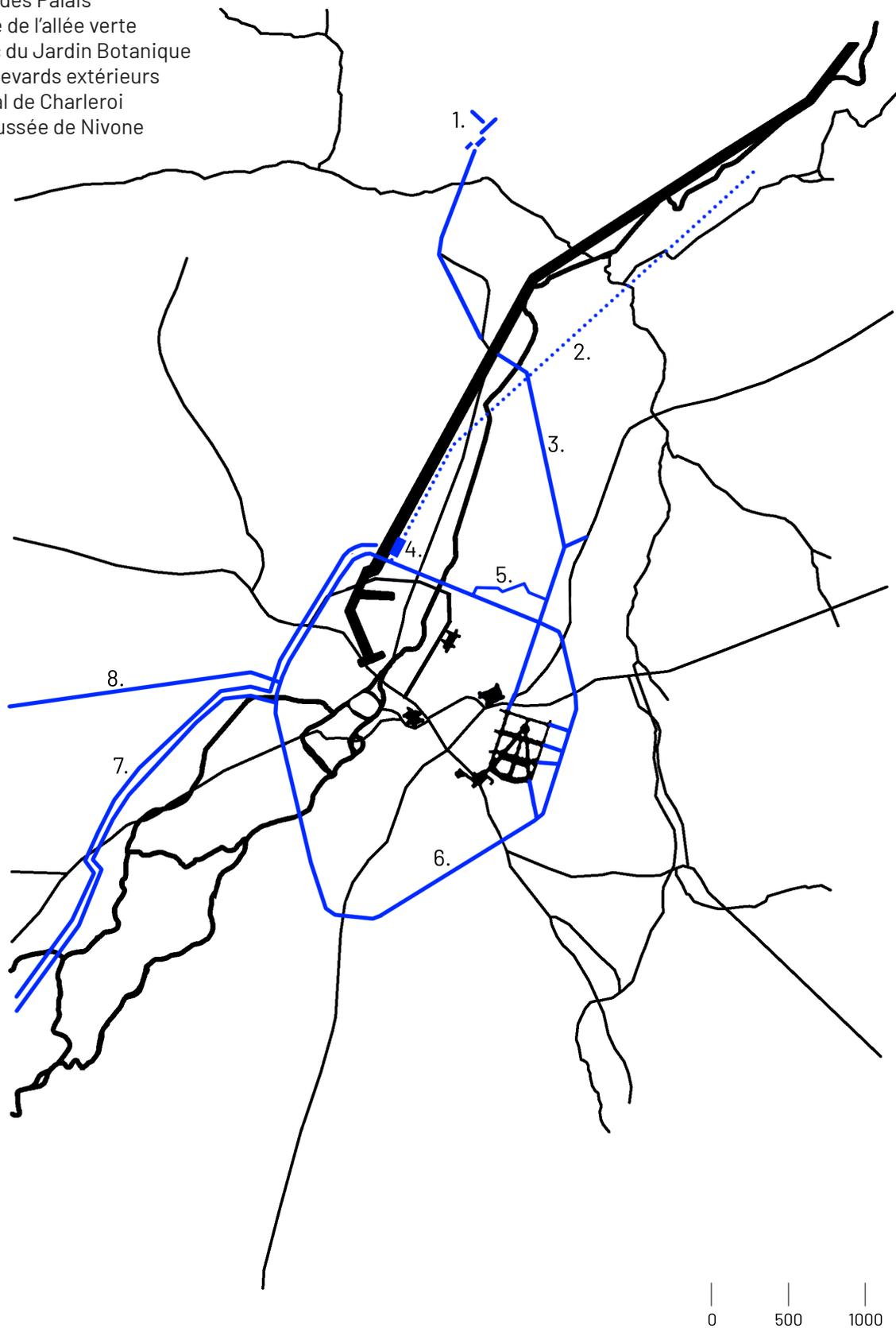


Figure 20 : Schéma des grandes structures spatiales en 1835 (Ibid)

- 1. Chemin de fer Bruxelles-Gand
- 2. Station du Jardin Botanique
- 3. Porte Léopold et Porte de la loi
- 4. Avenue de Cortenberg
- 5. Plaines des Manoeuvres
- 6. Parc Léopold
- 7. Station du quartier Léopold
- 8. Chaussée de Charleroi
- 9. Gare des Bogards
- 10. Place de la Duchesse de Brabant et rue de Birmingham

**1860**

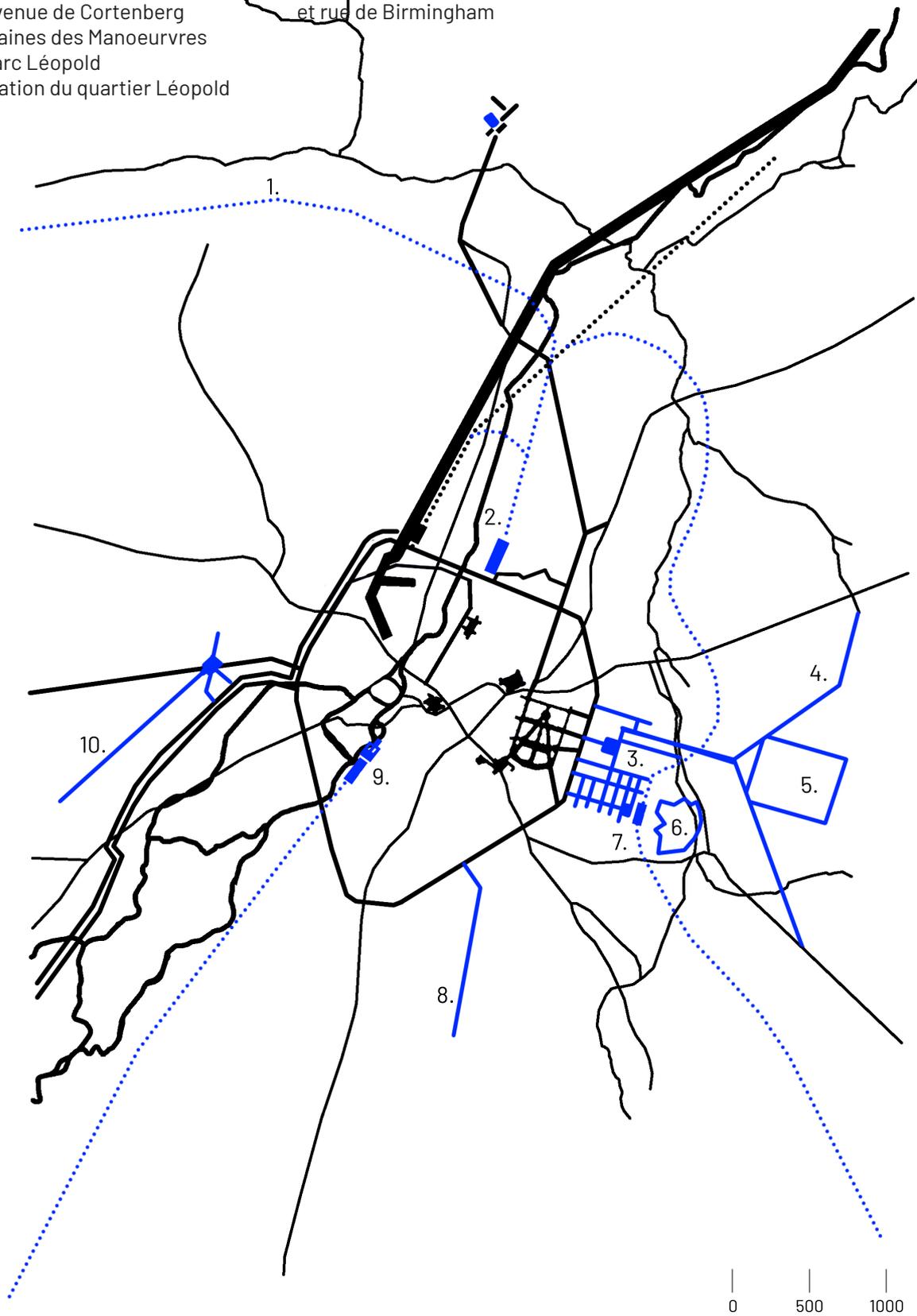


Figure 21 : Schéma des grandes structures spatiales en 1860 (Ibid)

- 1. Parc Elisabeth
- 2. Gare de L'Ouest
- 3. Boulevard Léopold II
- 4. Gare de Formation de Schaerbeek
- 5. Assainissement et canalisation de la Senne
- 6. Gare du Midi
- 7. Rue de la Régence
- 8. Parc du cinquantenaire
- 9. Plaine des Manoeuvres
- 10. Bois de la Cambre

**1894**

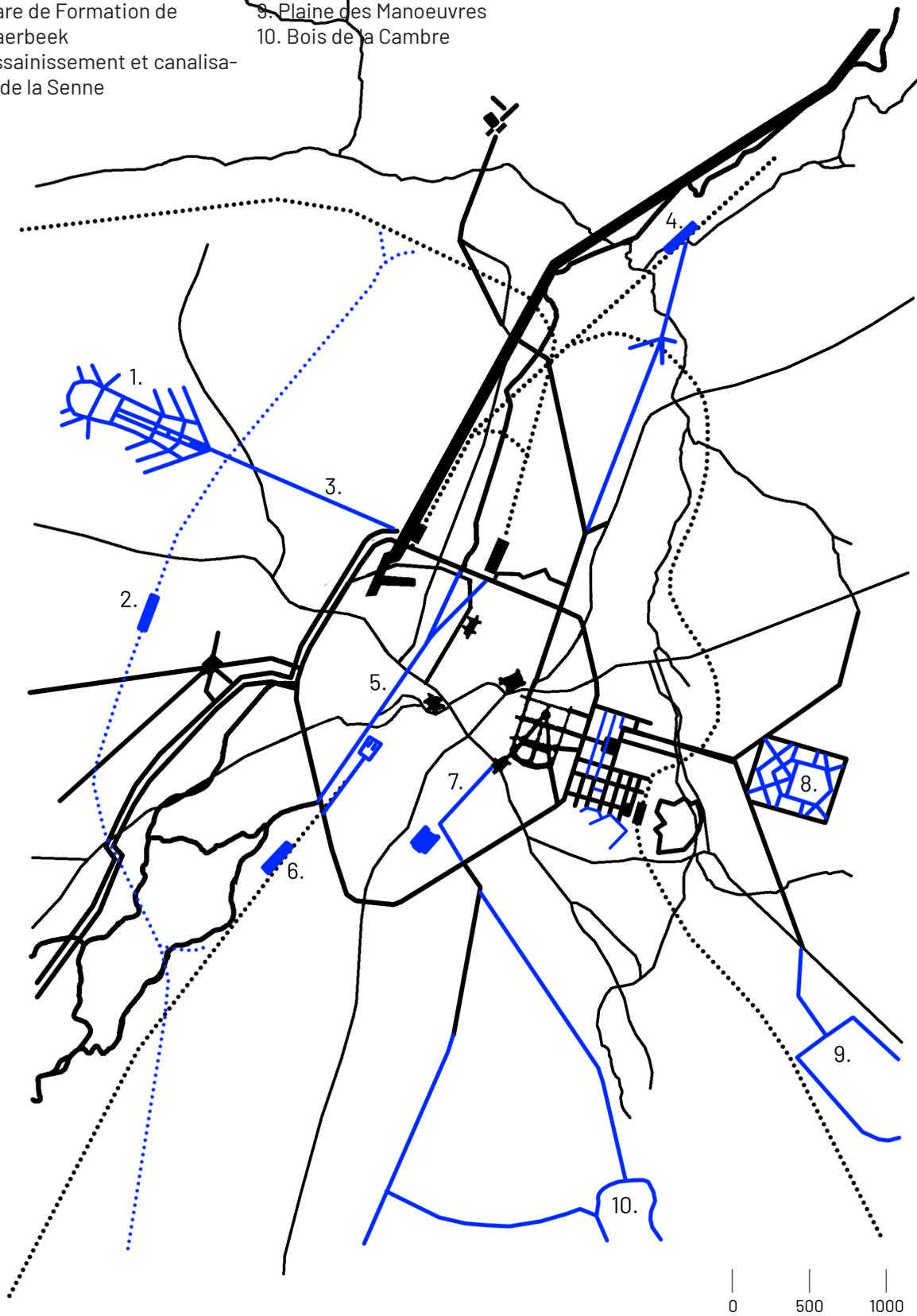


Figure 22 : Schéma des grandes structures spatiales en 1894 (Ibid)

1. Cité du Verregat
2. Avenue de Meise
3. Gare de marchandise Tours et Taxis
4. Cité Terdelt
5. Avenue Voltaire et Avenue Paul Deschanel
6. Boulevard Auguste Reyers

7. Parc de la Woluwe
8. Avenue de Tervuren
9. Cité Le Logis
10. Cité du Foyer Ixellois
11. Avenue de Wolvendael
12. Parc de Forest
13. Cité de la Roue

1930

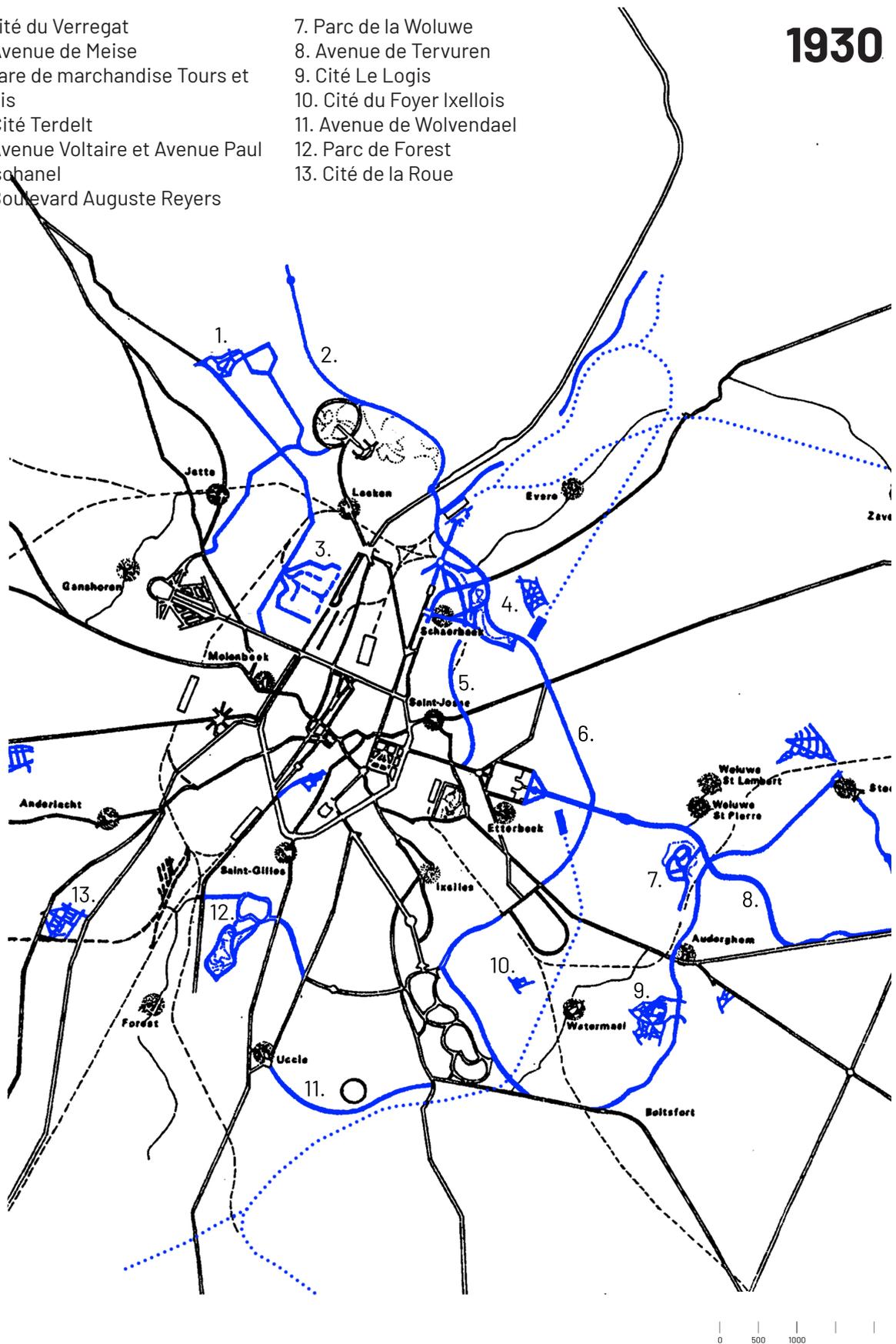


Figure 23 : Schéma des grandes structures spatiales en 1930 (Ibid)

1. Autoroute Bruxelles-Anvers, échangeur de Strombeek
2. Echangeur de Machele
3. Boulevard Léopold III
4. Viaduc de Kraainem, Autoroute Bruxelles-Liège

5. Cité Les villas de Ganshoren
6. Cité modèle et cité du Heymbosch
7. Cité de Leerben

**1980**

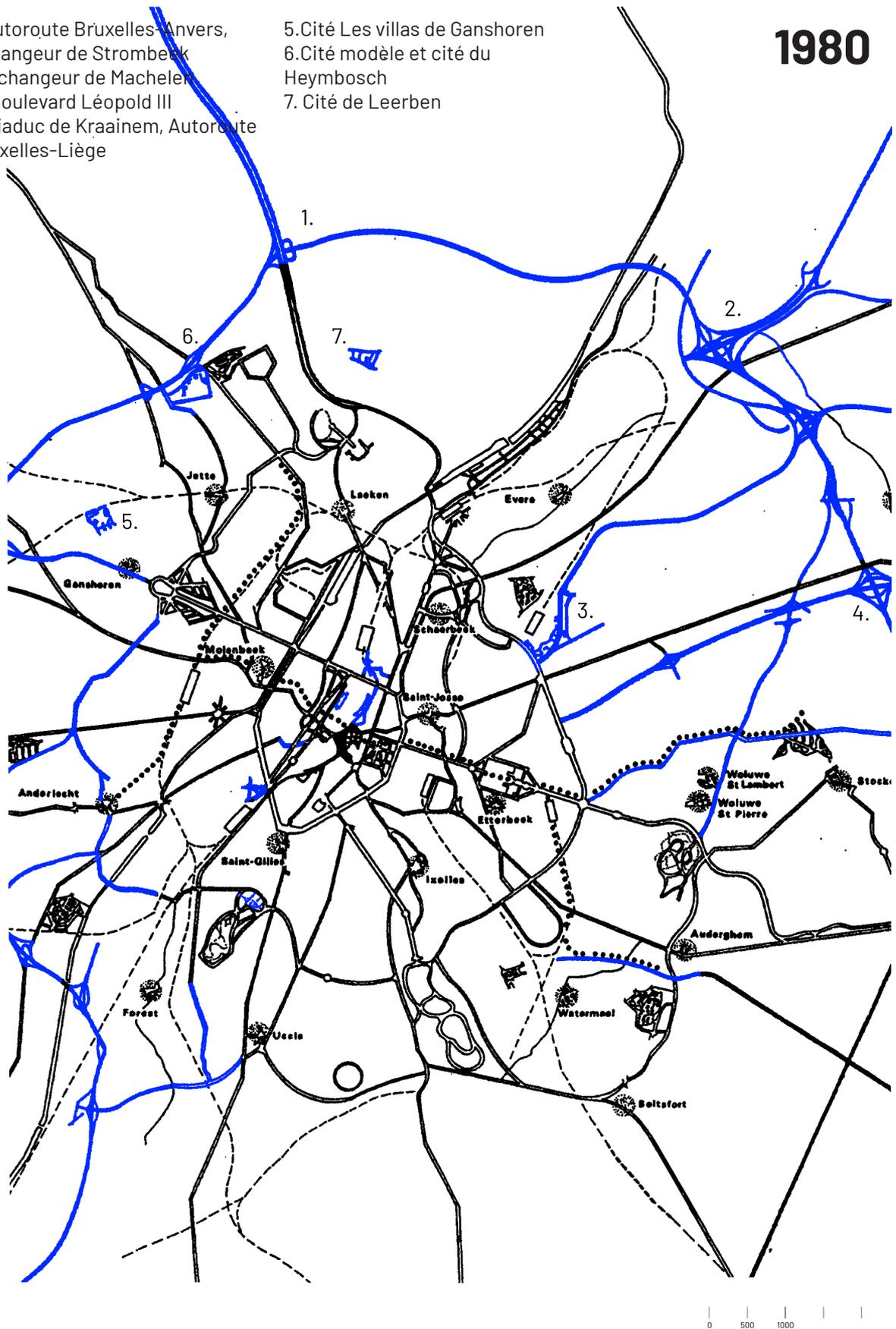
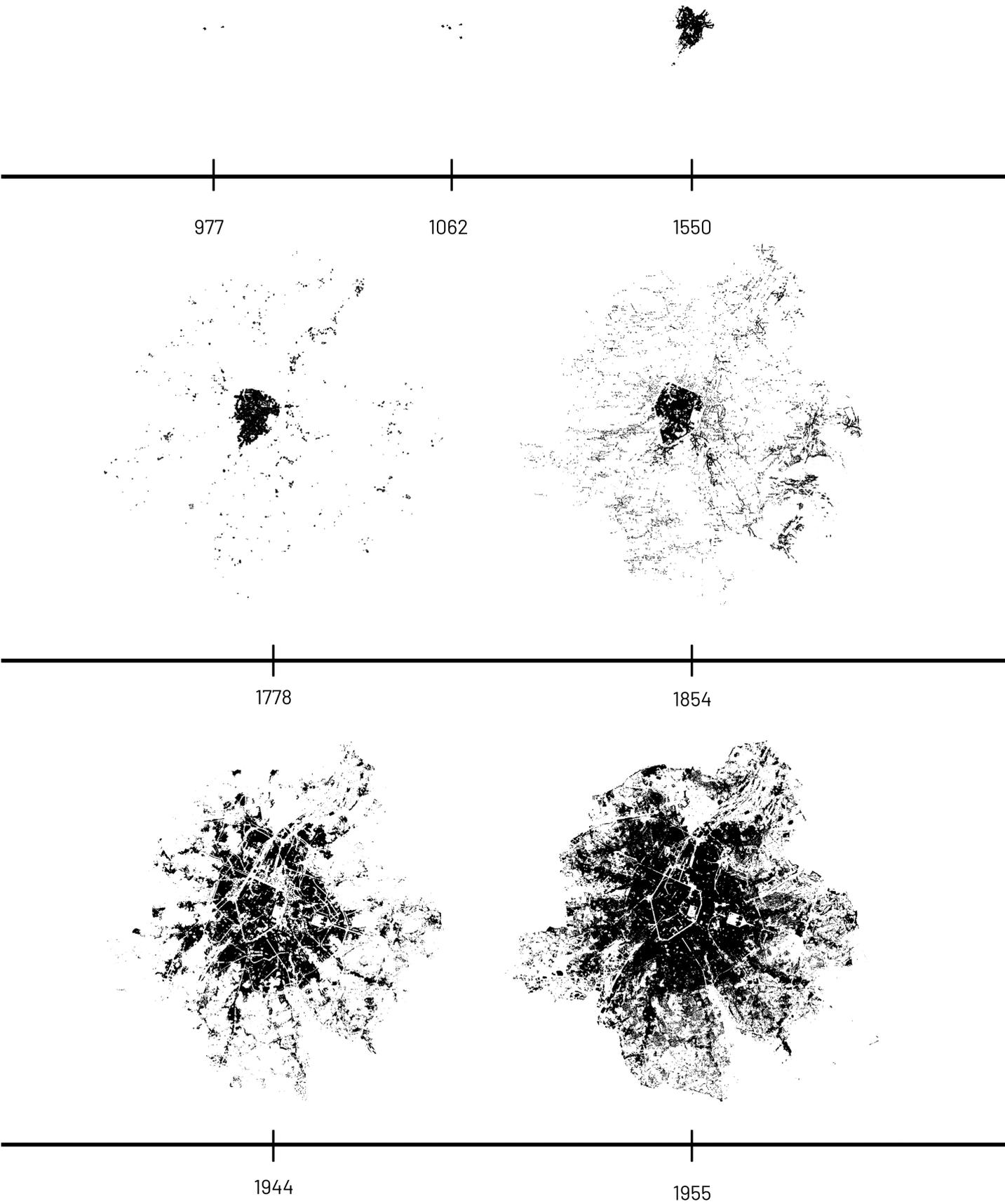


Figure 24 : Schéma des grandes structures spatiales en 1980 (Ibid)

**3. Evolution de la densification du bâti de 977 à nos jours**



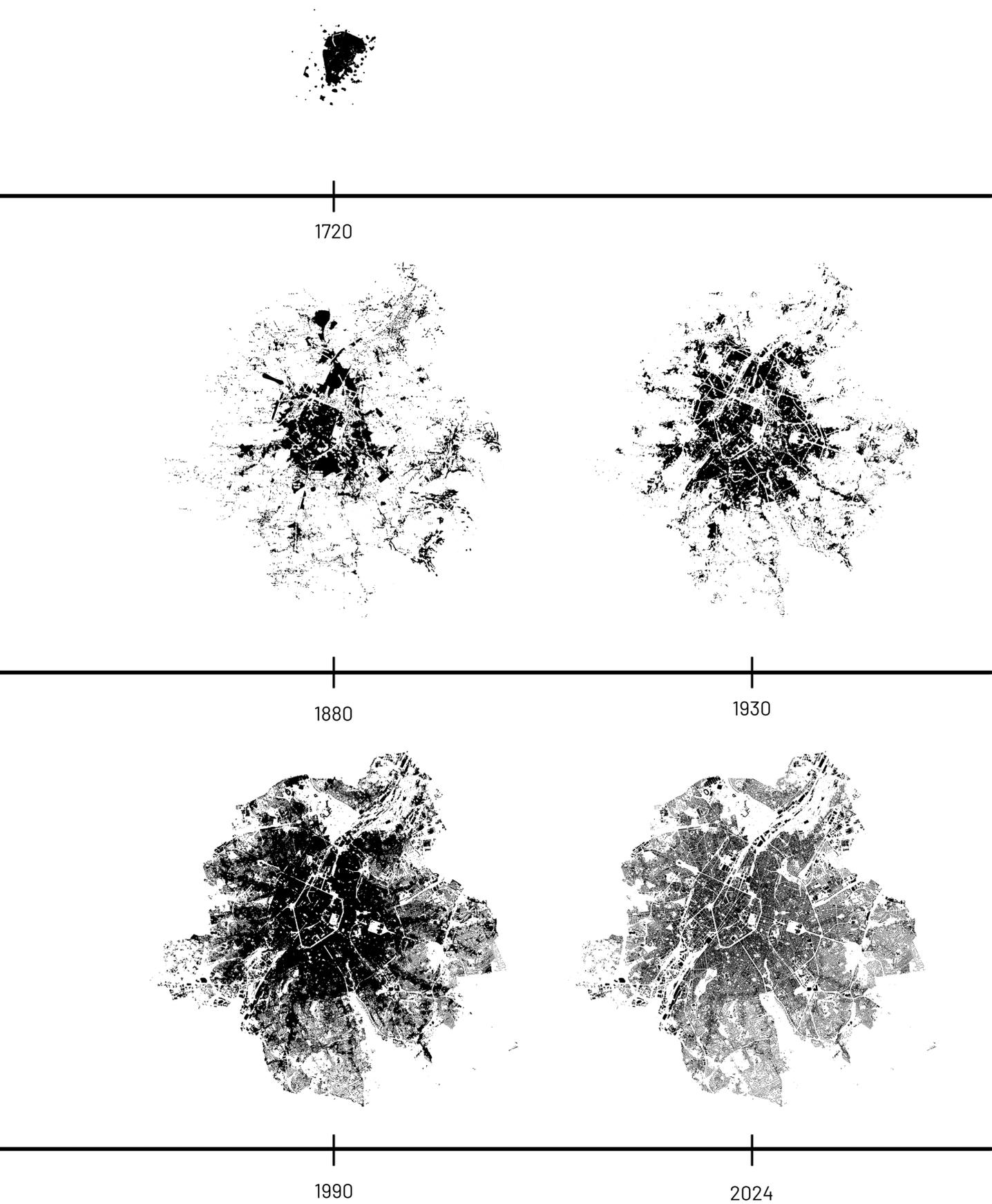


Figure 25 : Evolution du tissu bâti au cours du temps ( Brugis, 2024 )

## 4. Synthèse

Bruxelles, à travers les âges, a été le théâtre de nombreuses mutations de son tissu urbain, chacune laissant une empreinte distincte sur son paysage. D'une forte densité d'occupation au XVIIIe siècle, à l'éclatement urbain du XXe siècle, la ville a vu naître dans ses 19 communes, quantité de formes et de densité bâties diverses définissant une composition urbaine hétérogène. L'évolution de la ville et ses changements marquent le socle qui servira à construire la densité dans la seconde ceinture de Bruxelles pour répondre aux enjeux du XXIe siècle. La prochaine étape de notre recherche se poursuivra alors sur la compréhension de la densité comme outil de calcul et de son fonctionnement pour comprendre le territoire de Bruxelles.

*Note: Vous trouverez dans la bibliographie un ensemble d'ouvrages permettant d'en apprendre davantage sur l'histoire et la formation de la ville de Bruxelles.*



**Population**

**FSI**

**Brute**

**Nette**

**GSI**

**CBS**

**Hauteur**

**Emplois**

**OSR**

**Perçue**

**Réseaux**

**DAH**

**Résidentielle**

# 2.

## **Calculs et formes urbaines, les outils de la densité**

1. Densité brute et densité nette
2. Densité physique contre Densité perçue
3. Les densités physiques
4. La forme urbaine, un critère d'observation
5. Étude de cas : Analyse de tissus urbains dans la seconde ceinture
6. Synthèse

L'ensemble des calculs ou méthodologie d'observation ne sont pertinents que si l'on définit préalablement la donnée que nous souhaitons obtenir. Le choix du critère observé et la zone d'étude doivent être réfléchis en amont pour acquérir des informations précises. De plus, c'est souvent l'usage combiné de différents calculs de densité qui permettent de définir clairement le territoire étudié. Par exemple, observer la densité d'occupation d'un espace bâti nécessite de calculer la densité de logement, le FSI ainsi que le GSI (Berghauser Pont & Haupt, 2010). Ce chapitre est donc l'occasion d'effectuer un compte rendu des calculs de densité et d'en définir leurs caractéristiques.

## 1. Densité brute et densité nette

Avant d'expliquer les différentes formes de calculs de la densité, il est important de faire la distinction entre densité brute et densité nette.

La densité brute prend en considération l'ensemble de la superficie étudiée et ne prend pas en compte les spécificités d'un lieu. Le calcul inclut donc l'ensemble des caractéristiques spatiales d'un espace (topographie, maillage bleu, maillage vert etc...). La densité brute donne une vision générale des densités calculées. La densité nette prend en compte l'ensemble des superficies occupées par l'objet de l'étude (bâti, espace vert, espace ouvert etc...). A l'inverse, de la densité brute, la densité nette se concentre donc uniquement sur des surfaces précises. La densité nette donne une vision plus précise des densités calculées mais nécessite un accès à des données plus précises (Fouchier, 1997).

Exemples :

La densité brute :  $\frac{\text{nombre total d'habitants}}{\text{superficie étudiée}}$

La densité nette :  $\frac{\text{nombre total d'habitants}}{\text{superficie bâtie étudiée}}$

## **2. Densité physique contre Densité perçue**

La mesure de la densité ne se limite pas seulement aux données mathématiques rendant cette notion d'autant plus complexe. La densité perçue, reflète une autre manière d'appréhender l'espace qui nous entoure. Beaucoup plus personnelle, l'approche de la densité perçue est unique à chaque observateur. En effet, la façon dont tout un chacun appréhende le monde qui nous entoure est un amalgame, une résultante de notre vécu. Les expériences, les facteurs socio-culturels, le lieu de vie, les individus qui nous entourent sont des exemples d'éléments qui peuvent induire notre perception (Hall, 1971).

## **3. Les densités physiques**

La densité physique en urbanisme se réfère à la mesure d'un critère sur une zone déterminée. Cette notion englobe une multitude de rapport entre un critère et une superficie permettant ainsi de comprendre et d'analyser la ville. Ces mesures sont indispensables pour évaluer les systèmes et vérifier l'efficacité de l'utilisation de l'espace urbain. Comprendre les densités de flux, d'usage de l'espace public, d'habitants, de bâtis, sont autant de données variées qui permettent aux acteurs publics d'optimiser la gestion des espaces (densification de l'offre de logement, révision du maillage de réseau, adaptation des formes bâties).

La densité n'est pas une question de noir ou de blanc, elle trouve sa qualité dans un mélange d'actions judicieusement réfléchies. En effet, urbanistes et architectes doivent s'accorder à trouver un équilibre entre les rapports de densité pour encourager : une valorisation des espaces ouverts, améliorer l'offre de logement, modifier le système des réseaux de mobilité, valoriser les infrastructures publiques ou encore repenser les formes bâties existantes dans l'objectif d'activer une ville de qualité où il fait bon vivre.

*Note : Les pages suivantes seront dédiées à la présentation des calculs les plus utilisés par les architectes et les urbanistes. Il convient donc de préciser qu'il ne s'agit que d'un échantillonnage des possibilités.*

### 3.1 Densité de population et densité résidentielle

La densité de population définit le nombre moyen d'habitants sur une superficie étudiée tandis que la densité résidentielle, représente le nombre moyen d'unité d'habitation sur une superficie donnée (IAURIF, 2005).

La densité de population =  $\frac{\text{Nombre total habitants}}{\text{surface étudiée}}$ , exprimée en habitants/km<sup>2</sup>.

La densité résidentielle =  $\frac{\text{Nombre total d'unité d'habitation}}{\text{surface étudiée}}$ , donnée en unité d'habitation/km<sup>2</sup>

Les notions de densité de population et de densité résidentielle n'évoluent pas dans le même cadre temporel. En effet, la densité de population est sujette à évoluer plus rapidement dans le temps que l'augmentation de nouvelles unités d'habitations. De plus, la superficie donnée par une habitation ne correspond pas toujours à l'usage réel et donc au nombre d'habitants pensé pour l'espace disponible. En ce sens, l'usage de la densité résidentielle pour planifier le territoire est une donnée plus fiable que la densité d'habitation dans le sens où elle assure une précision dans l'acquisition des données.

### 3.2 Densité bâtie

La densité bâtie ou « Floor Space Index » (FSI) renvoie à la mesure de la densité d'espace construit intégrant l'ensemble des surfaces de plancher d'un bâtiment sur une superficie étudiée. Le calcul permet notamment de renseigner l'intensité bâtie sur une parcelle, un îlot ou encore un quartier (Idib).

La densité bâtie =  $\frac{\text{Surfaces des planchers}}{\text{Superficie étudiée}}$ , exprimée en m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>.

La donnée en elle-même peut être comparée à d'autres formes urbaines pour comprendre les tendances et les rapports d'utilisation du sol de la ville.

### 3.3 Emprise bâtie et espace ouvert

La superficie bâtie ou « Ground Space Index » (GSI) définit la proportion entre l'espace bâti et le non-bâti du rez-de-chaussée. Cette donnée renseigne ainsi l'emprise d'une entité sur une surface précise. A l'échelle du quartier, son utilisation va nous permettre d'analyser la proportion d'espace bâti mais également de quantifier les espaces ouverts (Berghauser Pont & Haupt, 2010).

$$\text{GSI} : \frac{\text{Superficie de l'emprise au sol}}{\text{Superficie étudiée}}, \text{ exprimée en m}^2/\text{m}^2.$$

L'espace ouvert ou « Spaciousness » (OSR) caractérise les vides intermédiaires entre les espaces bâtis et les réseaux de mobilité. L'espace ouvert désigne alors l'ensemble des places publiques et des espaces verts. Ce type d'espace revêt un intérêt tout particulier dans la conception d'une ville dense. Par conséquent, si le bâti et les réseaux symbolisent le plein, l'espace ouvert constitue les vides qui alimentent en oxygène les espaces denses (idib).

$$\text{OSR} = \frac{1-\text{GSI}}{\text{FSI}}, \text{ exprimée en m}^2/\text{m}^2.$$

De manière quantifiable, l'espace ouvert peut être calculé en  $\text{m}^2/\text{m}^2$  comme dans le calcul ci-dessus mais peut également s'effectuer au prorata d'une surface ouverte pour un individu ou une surface habitable. L'objectif est donc de définir un ratio entre le nombre d'habitant ou l'unité de logement d'un quartier avec la proportion d'espace ouvert garantissant alors un espace extérieur suffisamment important.

On note que si le FSI augmente et que le GSI est conservé, alors la valeur OSR diminuera tandis que le nombre d'utilisateurs augmentera (idib).

Selon Hoening, le fondateur de cette notion, le ratio idéal serait 1 m<sup>2</sup> d'espace ouvert pour 1 m<sup>2</sup> de surface de plancher. Bien que révélateur d'une utopie urbaine, l'idée d'un rapport minimal permettrait d'améliorer la proportion d'espace ouvert dans des secteurs fortement peuplés (Hoenig, 1928). De plus, la conception de l'espace ouvert doit mettre en place un ensemble d'espaces polyvalents permettant le fonctionnement de la ville (Ferré & Hazarja Salign, 2010).

### 3.4 Densité d'activité humaine

La densité d'activité humaine offre une mesure partielle de l'utilisation d'un espace, en prenant en considération le nombre potentiel de personnes qui fréquentent un site. Cette densité permet de détecter les concentrations d'activités et de les comparer. Lorsqu'elle est utilisée pour évaluer l'impact de l'introduction de nouveaux équipements et services, la densité d'activité humaine renseigne sur les modifications à apporter au territoire pour l'optimiser. En effet, en mesurant la densité d'usage d'un espace avant et après l'introduction de ces équipements, les acteurs de la ville peuvent évaluer comment ces changements influencent la fréquentation et l'activité dans la zone étudiée. Cela permet d'anticiper les effets sur la circulation, les flux de piétons, la demande de services et d'autres aspects de la vie urbaine. Cette densité donne la possibilité de comprendre le bon fonctionnement de la ville (IAURIF, 2005). Dans la recherche d'une ville dense, ce ratio favorise la compréhension de l'usage d'un espace et laisse entrevoir si le site doit être amélioré.

$$\text{DAH} : \frac{\text{Nombre d'emplois} + \text{Nombre d'habitants}}{\text{Superficie étudiée}}, \text{ décrit en usage/km}^2$$

### 3.5 Densité des réseaux

La densité des réseaux désigne la quantité d'infrastructures liée aux différentes typologies de transport. Cette densité intègre en outre le réseau viaire, les voies ferrées, voies de bus ou encore les pistes cyclables, etc. Le calcul de cette valeur est indispensable pour comprendre le fonctionnement urbain. L'étude de la densité des réseaux couplée à la densité d'activité humaine et à la fréquence d'utilisation d'un espace met en valeur les pistes d'amélioration (idib). Cette notion est davantage utilisée par les urbanistes.

Densité d'un réseau :  $\frac{\text{Longueur d'un réseau}}{\text{Superficie étudiée}}$ , exprimée en m/m<sup>2</sup>.

Dans la fabrique de la ville dense, la densité des réseaux permet d'évaluer les transformations des espaces routiers et de mieux appréhender la prolifération des modes de transports alternatifs. Ainsi, pour mettre en œuvre une ville dense et donc de proximité, l'attention se concentre sur le niveau d'accessibilité et les connections entre les lieux pour faciliter les déplacements des usagers.

La diversification des choix de mobilité doit s'effectuer par l'analyse multiscalaire de la région. En ce sens, le calcul de densité porté sur les réseaux de pistes cyclables, espaces piétons et de bus sont des leviers déclencheurs d'alternatives efficaces à la voiture individuelle.

### 3.6 Densité d'emplois

La densité d'emplois est un indicateur utilisé pour identifier les zones où les emplois sont concentrés. En analysant la répartition des emplois par secteur d'activité, nous en apprenons plus sur la densité d'emplois d'un secteur spécifique. Cette mesure multiscalaire fournit des données sur la structure économique d'une région et peut être utilisée pour étudier : Les tendances de développement de la ville, l'accessibilité aux emplois, mais aussi de tirer profit des opportunités économiques dans un secteur. L'analyse de cette densité favorise la compréhension des manques dans certaines zones.

Dans l'objectif d'une ville de proximité, la pluralité des offres d'emplois indique un secteur vivant et créateur de richesse (ADEME, 2022).

$$\text{Densité d'emplois} : \frac{\text{Nombre d'emplois}}{\text{Superficie étudiée}}, \text{ en emplois/km}^2$$

### 3.7 Hauteur des bâtiments

La construction verticale consent à optimiser l'emprise au sol du bâtiment existant sur lequel il est construit.

$$\text{Hauteur des bâtiments} : \frac{\text{FSI}}{\text{GSI}}$$

Ainsi, si la densification verticale induit une augmentation du FSI et un maintien du GSI alors l'emprise verticale sera augmentée. La hauteur des bâtiments bien que critiquée par certains laisse imaginer les possibles d'une Bruxelles plus haute. (Berghauser Pont & Haupt, 2010)

### 3.8 Le Coefficient Biotope par Surface

Le Coefficient de Biotope par Surface (CBS) est un indicateur servant à évaluer le potentiel écologique d'une parcelle. Il a été développé par l'administration du Sénat de la Ville de Berlin pour le développement urbain et est utilisé dans la planification urbaine et dans l'aménagement du territoire (Bruxelles Environnement, 2019).

Le CBS est défini comme le rapport entre les surfaces favorisant la biodiversité, également appelé surfaces éco-aménageables sur la superficie totale étudiée. Il permet d'évaluer la proportion de zones propices à la biodiversité par rapport à la taille globale de la parcelle. Son utilisation par la ville facilite la promotion de la biodiversité en milieu urbain. Par exemple, il contribue à l'amélioration du microclimat en favorisant la végétation, l'infiltration des eaux pluviales et l'alimentation de la nappe phréatique en favorisant la perméabilité des sols. De plus, il favorise la création et la valorisation d'espaces nécessaires à la vie de la faune et de la flore (ADEME, 2017).

$$\text{CBS} : \frac{\text{Surfaces éco-aménageables}}{\text{Superficie étudiée}}, \text{ définit en } \%$$

Les surfaces éco-aménageables sont une addition des différentes typologies de surfaces présentes sur la superficie étudiée.

Dans une ville dense, les espaces végétaux sont souvent moins présents. Selon le rapport, la densification végétale des toitures et des façades apparaissent comme des substituts viables. Toutefois, la vision d'une ville dense, en harmonie avec sa biodiversité, ne doit pas se contenter uniquement d'emprisonner la nature. En effet, les essences végétales doivent être installées en priorité en pleine terre. Dans cet objectif et prenant en compte les besoins énergétiques et d'entretien des toitures et façades végétalisées, il conviendrait qu'elles soient installées seulement si la surface au sol ne le permet pas.

*Note: Vous trouverez en annexe un tableau reprenant les dispositifs de maximisation de la biodiversité.*

## **4. La forme urbaine, un critère d'observation**

### 4.1 La forme urbaine, une résultante de la densité

Les calculs précédents permettent d'analyser les caractéristiques de la forme urbaine. La connaissance de ces chiffres favorise la mutation du tissu vers une densité maîtrisée et adaptée aux différentes formes d'usages.

Au regard de l'ADEME, « une forme urbaine peut être définie comme le rapport entre le bâti et les espaces non bâtis au sein d'une agglomération ou de différents types d'ensembles urbains (quartier, rue, avenue, place...), selon des articulations et des dispositions spécifiques aux contextes sociaux, historiques, politiques et géographiques ».

La densité est souvent rattachée à la notion de formes urbaines. Cependant, au-delà des résultats quantifiables obtenus par les calculs de densité, la forme ne peut en être décrite. En effet, comme le montre la figure suivante, une même densité de population n'habite pas de la même façon une même superficie (Anania &, Anaya & Declève & Lescieux, 2009). En ce sens, l'analyse de la densité n'est pas une fin, facilitant la mise en place de processus de densification ou de dédensification, mais une base de données servant à transmettre les grandes lignes de la transformation urbaine.

Le questionnement de la densité et des formes urbaines doit donc s'effectuer de manière conjointe afin de décrire et d'agir au mieux pour proposer une nouvelle fabrique de la ville.

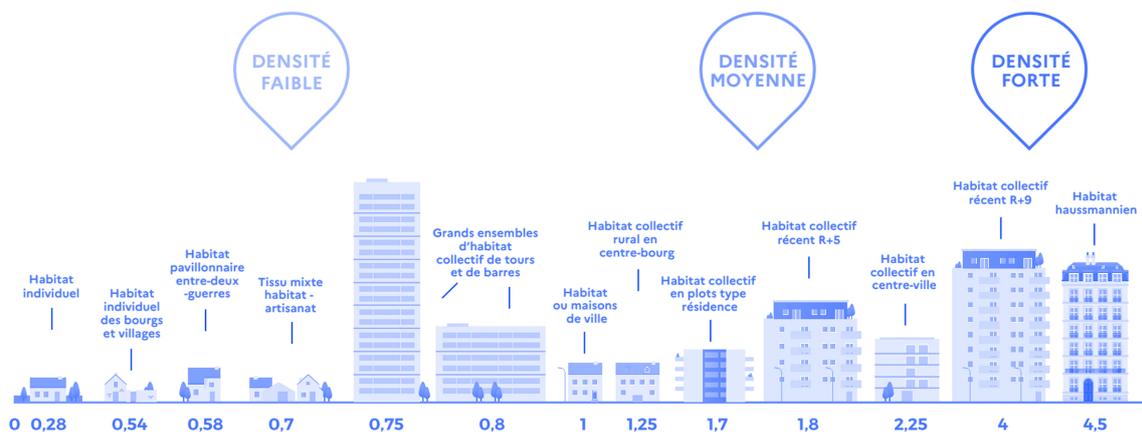


Figure 26 : Schéma des différentes typologies de densité bâtie utilisant le FSI (ADEME, 2022)

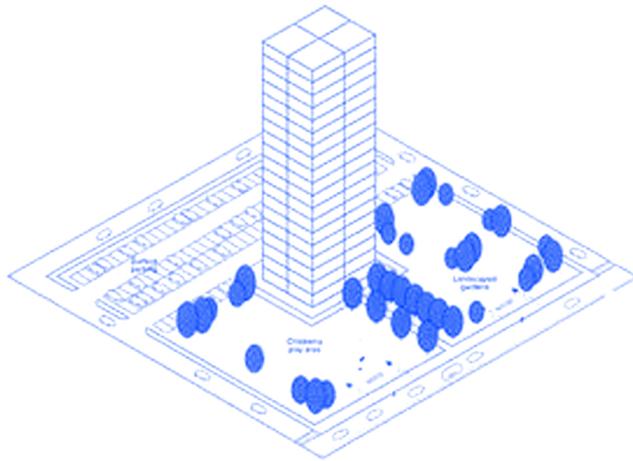
## 4.2 La forme urbaine et méthodologie de calcul

Dans cet exemple de recherche, le théoricien Rogers lie la typologie des formes urbaines avec l'usage de la densité. Pour ce faire, il définit un périmètre d'étude dans lequel, il va construire 75 unités de logements par hectare (densité résidentielle). On constate alors que la conception de la forme induit un FSI, un GSI ainsi qu'un OSR que l'on peut calculer pour démontrer les densités mises en place dans l'objet d'étude.

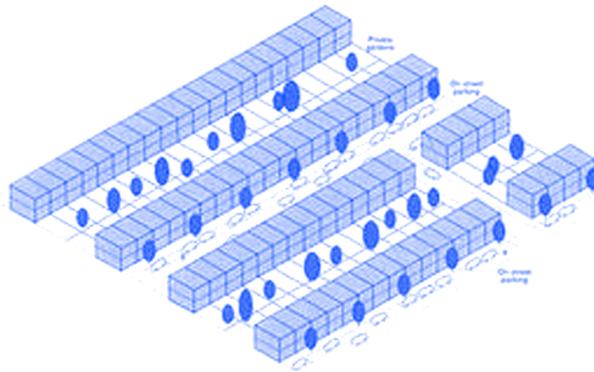
Bien que non expliquées dans son exemple, les notions de FSI, GSI et OSR interviennent dans la fabrication des formes urbaines et des vides qui composent la ville. En ce sens, la compréhension du tissu urbain, à l'échelle du quartier comme de l'îlot ou du bâti peut être observable grâce à l'usage du FSI, du GSI, de l'OSR ainsi que la densité résidentielle. Ces quatre densités serviront de base pour établir la méthode des calculs que nous allons maintenant effectuer.

*Note: Bien que ces densités sont les principales à utiliser pour comprendre le système bâti, l'application des autres calculs renvoie à des données différentes permettant d'appréhender l'ensemble du système bruxellois. En ce sens, les calculs de densité comme la densité des réseaux, la densité d'emplois ou encore le coefficient de biotope donnent des informations spécifiques et peuvent donc être appliqués en complémentarité.*

High rise  
low coverage  
75 units/ha



Low rise  
high coverage  
75 units/ha



Medium rise  
medium coverage  
75 units/ha

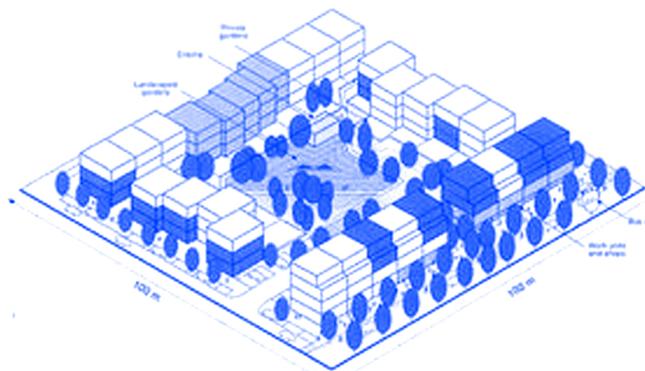


Figure 27 : schéma des différentes typologies de densité bâties (Rogers, 1999)

## 5. Étude de cas : Analyse de tissus urbains dans la seconde ceinture

La prochaine étape de notre recherche se poursuit sur l'application de la méthode de calcul précédemment citée. L'objectif est l'observation et l'analyse des formes urbaines au sein de Bruxelles. Dans le cadre de notre étude, l'analyse des tissus dans la seconde ceinture permettra de rendre compte des densités présentes dans ces sites.

Les différentes portions ont été choisies pour former un cadre de 1 km<sup>2</sup> autour d'un des immeubles de bureaux que nous avons pu observer dans la figure 11 «Echantillonnage d'immeubles de bureaux construits dans la seconde ceinture de Bruxelles au cours du XXe siècle» présentée dans l'introduction. Par ailleurs, ces espaces disposent de nombreuses similarités dans leur composition:

- Présence d'un tissu urbain fragmenté dans sa composition spatiale
- Les immeubles de bureaux présents se composent en îlot
- Proximité avec un axe routier structurant
- Dominance de l'habitat

Méthodologie : Les calculs de densité vont être appliqués en utilisant les outils à notre disposition comme les plans cadastraux fournis par la ville, ainsi que les vues Google Earth pour observer le nombre d'étage. De plus, les calculs prendront uniquement en considération les surfaces habitables basées sur les moyennes de gabarits. Toutefois, ne possédant pas les données nécessaires à la comptabilisation du nombre de logement, il sera établi que les superficies de planchers seront divisées par 110 permettant d'objectiver l'hypothèse de X logements de 110 m<sup>2</sup> dans la superficie étudiée.

*Note: La présence de la portion d'Auderghem permet une première immersion dans la connaissance du site au vue de son traitement dans le Chapitre 4. Cette recherche s'appuie également sur la comparaison avec une portion du Quartier européen, connu pour abriter la plus forte densité de Bruxelles. L'intérêt, n'est pas de prouver que la seconde ceinture doit s'approcher de cette densité mais bien d'exprimer la pluralité des tissus.*

La figure suivante montre une portion de 1 km sur 1 km du Quartier européen et de trois superficies des communes d'Evere, Woluwe-Saint-Lambert et d'Auderghem.

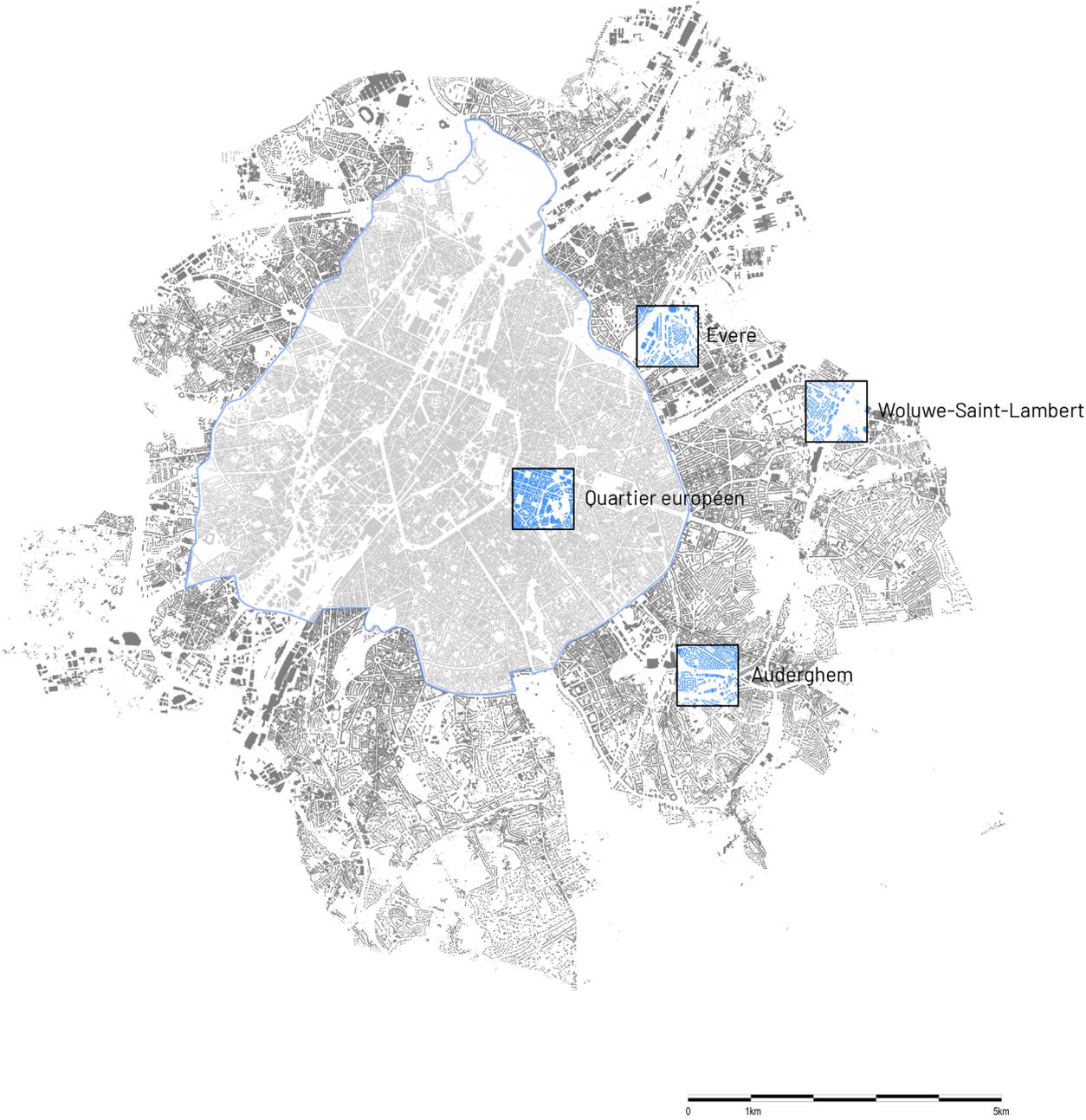
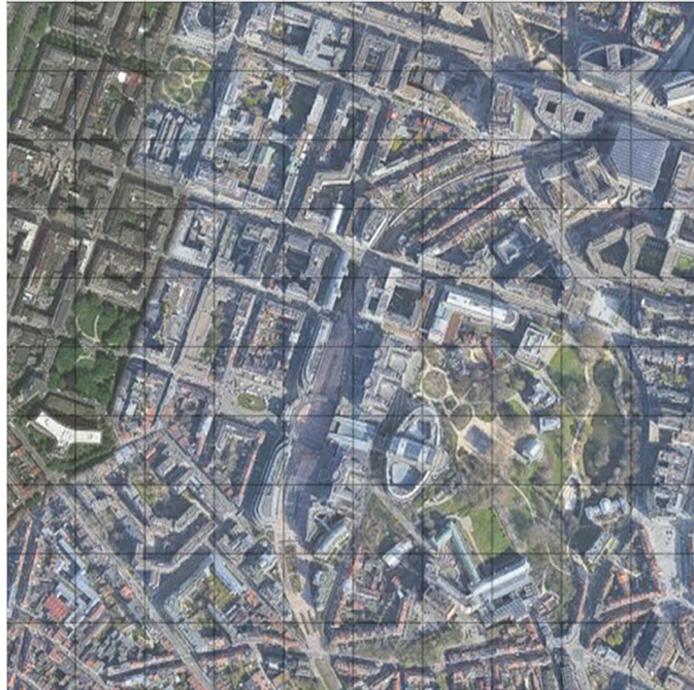


Figure 28 : Choix des secteurs analysés  
(Brugis, 2024)

## Quartier Européen

1km



0km

1km

Figure 29 : Vue aérienne du Quartier européen  
(Google Earth, 2024)

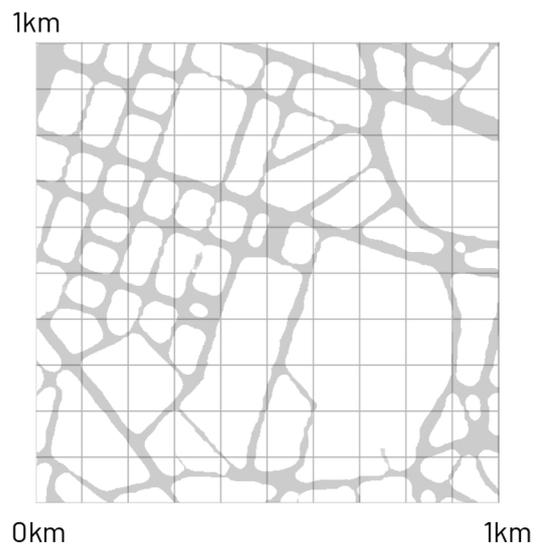
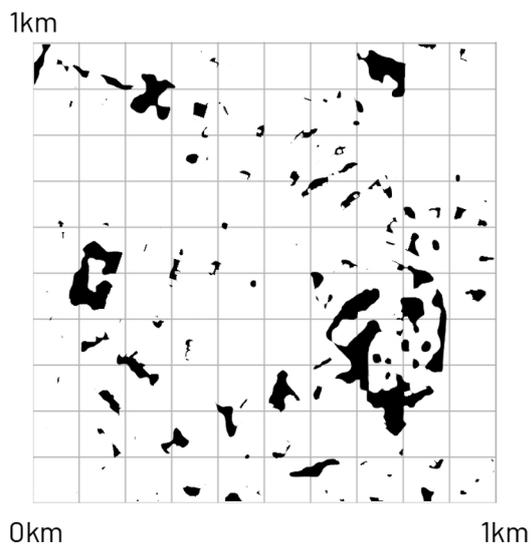
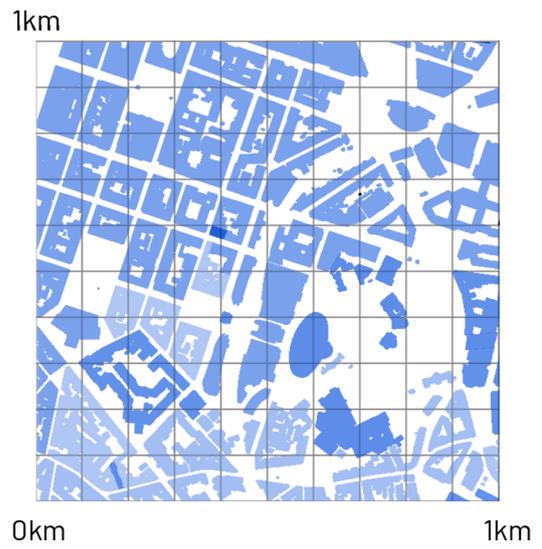
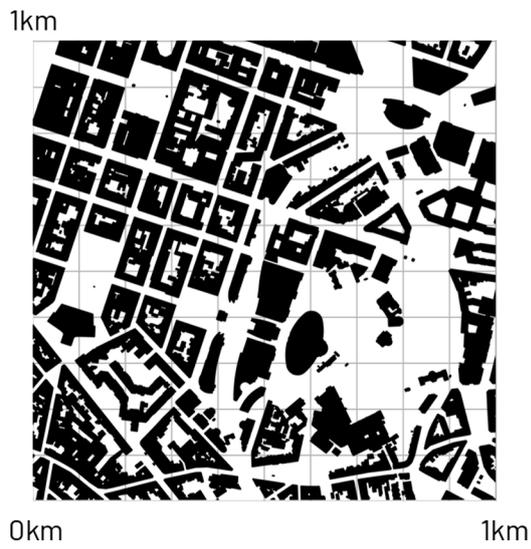


Figure 30 : Analyses des caractéristiques d'une portion du Quartier européen  
(Brugis, 2024)

	Formule	Calculs	Résultats
FSI	$\frac{\text{Surfaces des planchers}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{438\,362 \times 6}{1\,000\,000}$	2.63
GSI	$\frac{\text{Superficie de l'emprise au sol}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{438\,362}{1\,000\,000}$	0.43
OSR	$\frac{1 - \text{GSI}}{\text{FSI}}$	$\frac{1 - 0.43}{2.63}$	0.21
Hypothèse résidentielle	Hypothèse de X logements de 110m <sup>2</sup>	$\frac{438\,362 \times 6}{110}$	23 910 Logts/m <sup>2</sup>

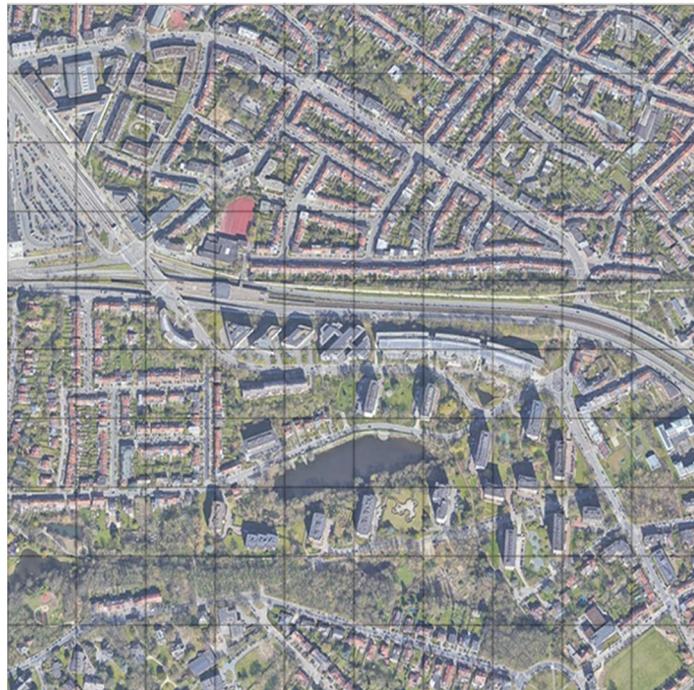
Figure 31 : Tableau des calculs de densité dans le Quartier européen  
(réalisée par l'auteur)



Figure 32 : Observation des gabarits du Quartier Européen  
(Google Earth, 2024)

## Auderghem

1km



0km

1km

Figure 33 : Vue aérienne autour du projet «Espace Beaulieu»  
(Google Earth, 2024)

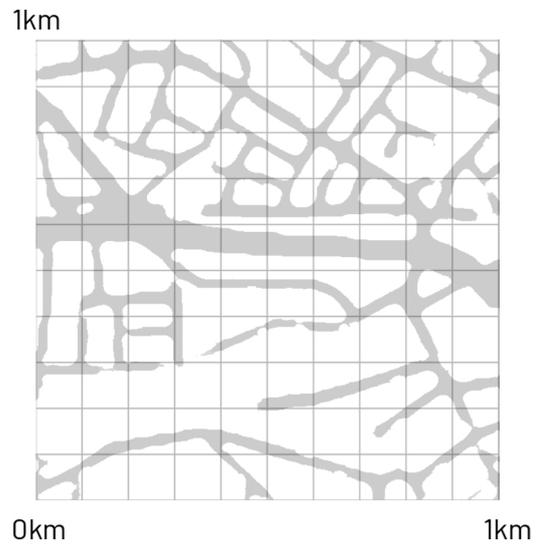
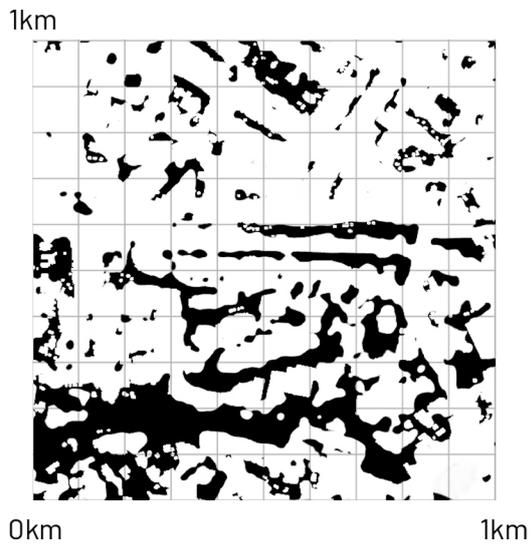
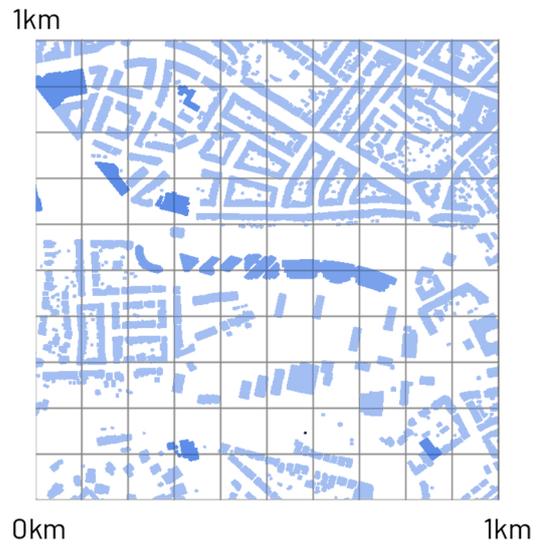
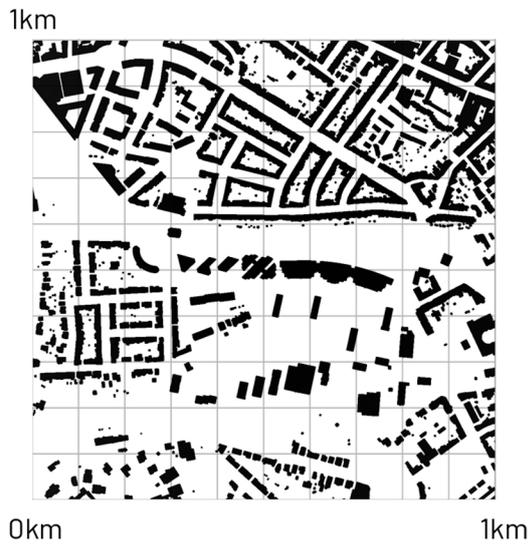


Figure 34 : Analyses des caractéristiques d'une portion d'Auderghem  
(Brugis, 2024)

	Formule	Calculs	Résultats
FSI	$\frac{\text{Surfaces des planchers}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{245\,112 \times 4}{1\,000\,000}$	0.98
GSI	$\frac{\text{Superficie de l'emprise au sol}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{245\,112}{1\,000\,000}$	0.24
OSR	$\frac{1 - \text{GSI}}{\text{FSI}}$	$\frac{1 - 0.24}{0.98}$	0.77
Hypothèse résidentielle	Hypothèse de X logements de 110m <sup>2</sup>	$\frac{245\,112 \times 4}{110}$	8913 Logts/m <sup>2</sup>

Figure 35 : Tableau des calculs de densité autour du projet «Espace Beaulieu»  
(réalisée par l'auteur)



Figure 36 : Observation des gabarits d'Audeghem  
(Google Earth, 2024)

## Evere

1km



0km

1km

Figure 37 : Vue aérienne autour du projet «Everegreen»  
(Google Earth, 2024)

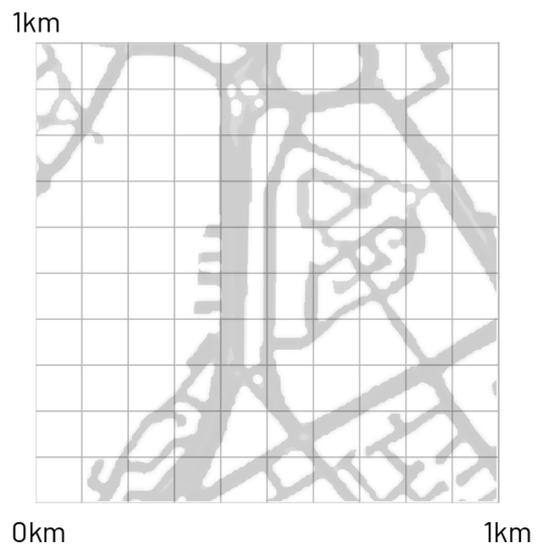
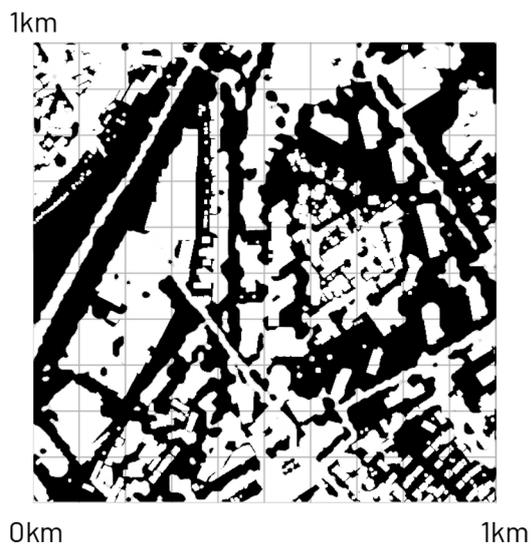
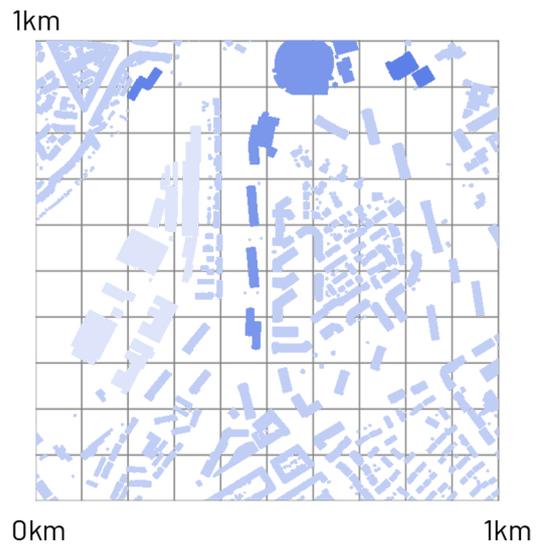
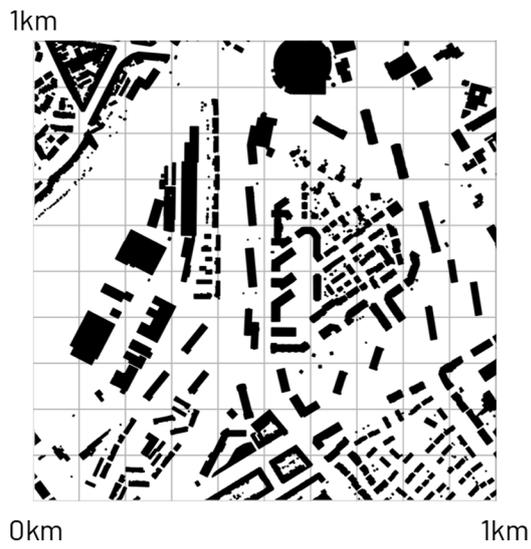


Figure 38 : Analyses des caractéristiques d'une portion d'Evere  
(Brugis, 2024)

	Formule	Calculs	Résultats
FSI	$\frac{\text{Surfaces des planchers}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{181\,464 \times 5}{1\,000\,000}$	0.90
GSI	$\frac{\text{Superficie de l'emprise au sol}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{181\,464}{1\,000\,000}$	0.18
OSR	$\frac{1 - \text{GSI}}{\text{FSI}}$	$\frac{1 - 0.18}{0.90}$	0.91
Hypothèse résidentielle	Hypothèse de X logements de 110m <sup>2</sup>	$\frac{181\,464 \times 5}{110}$	8248 Logts/m <sup>2</sup>

Figure 39 : Tableau des calculs de densité autour du projet «Everegreen  
(réalisée par l'auteur)



Figure 40 : Observation des gabarits d'Evre  
(Google Earth, 2024)

## Woluwe-Saint-Lambert

1km



0km

1km

Figure 41 : Vue aérienne autour du projet «Chip»  
(Google Earth, 2024)

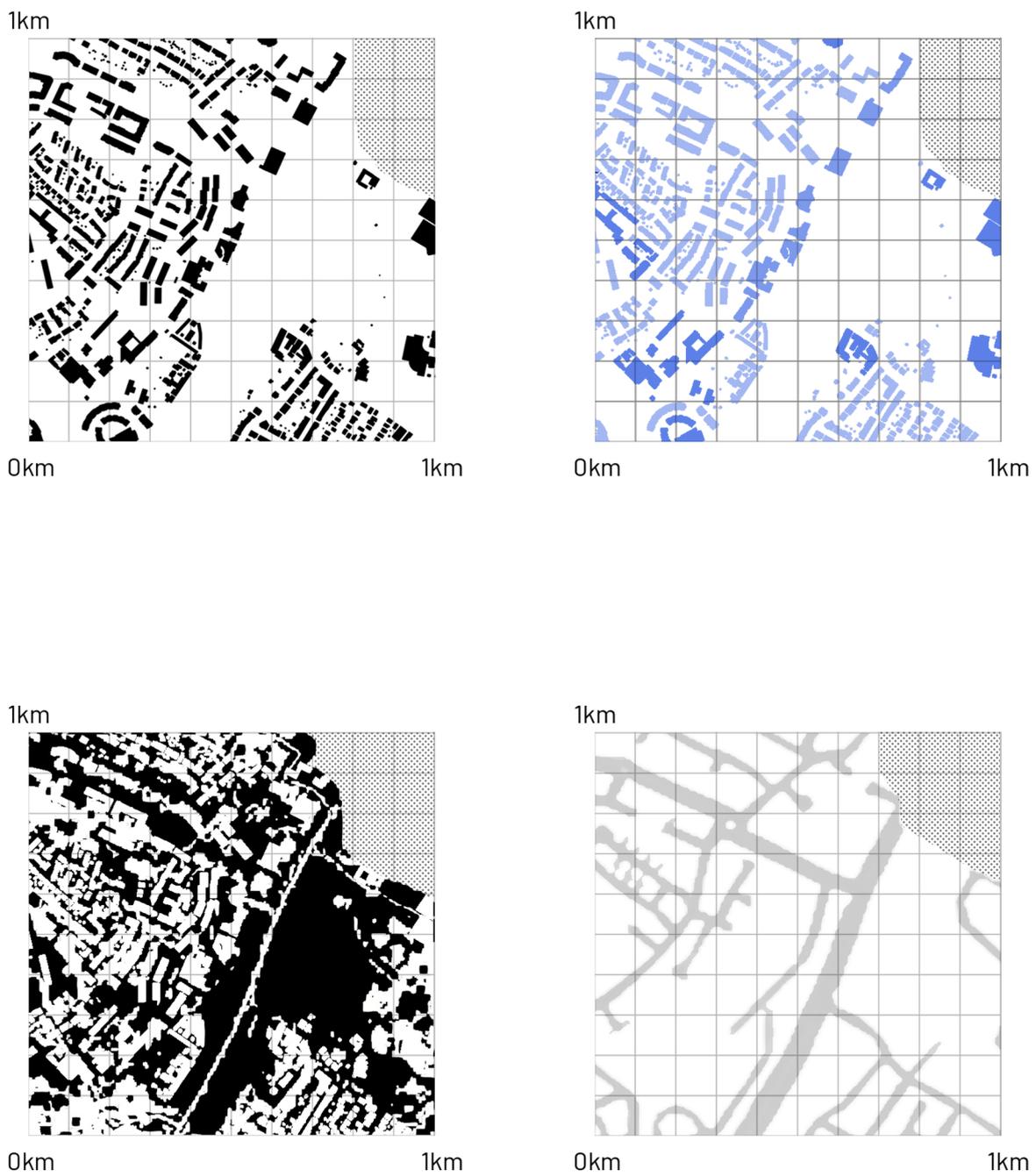


Figure 42 : Analyses des caractéristiques d'une portion de Woluwe-Saint-Lambert (Brugis, 2024)

	Formule	Calculs	Résultats
FSI	$\frac{\text{Surfaces des planchers}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{93\,714 \times 4}{1\,000\,000}$	0.37
GSI	$\frac{\text{Superficie de l'emprise au sol}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{93\,714}{1\,000\,000}$	0.09
OSR	$\frac{1 - \text{GSI}}{\text{FSI}}$	$\frac{1 - 0.09}{0.37}$	2.45
Hypothèse résidentielle	Hypothèse de X logements de 110m <sup>2</sup>	$\frac{93\,714 \times 4}{110}$	3407 Logts/m <sup>2</sup>

Figure 43 : Tableau des calculs de densité autour du projet «Twin house»  
(réalisée par l'auteur)



Figure 44 : Observation des gabarits de Woluwe Saint Lambert  
(Google Earth, 2024)

	FSI	GSI	OSR	Hypothèse résidentielle
Quartier Européen	2.63	0.43	0.21	23 910 logts/m <sup>2</sup>
Auderghem	0.98	0.24	0.77	8913 logts/m <sup>2</sup>
Evere	0.90	0.18	0.91	8248 logts/m <sup>2</sup>
Woluwe Saint Lambert	0.37	0.09	2.45	3407 logts/m <sup>2</sup>

Figure 45 : Tableau synthétique des résultats  
(réalisée par l'auteur)

Les calculs de FSI et GSI montrent que les zones, dans la seconde ceinture, convergent vers des résultats inférieurs à 1, témoignant d'une densité moyenne à l'échelle de cette portion du territoire. Toutefois, les valeurs obtenues sont à mettre en relief avec le calcul de FSI réalisé par la ville, à des échelles plus vastes, qui démontre une grande disparité dans les valeurs. En effet, Bruxelles voit son éventail de densité s'établir à un FSI de 0.25 dans la seconde couronne à un FSI maximum de 4 dans le Quartier européen en passant par une valeur de 2.10 pour le Pentagone. Les valeurs obtenues démontrent les caractéristiques d'un site spécifique. De surcroît, on se rend compte que l'importance du choix de l'échelle peut être révélatrice de grandes disparités dans les résultats nécessitant une vision multiscalaire de la densité.

*Note : De la même manière que le développement de la ville se poursuit au cours des derniers siècles, la densité s'atténue en s'éloignant du Pentagone (Perspective Bruxelles, 2022).*

En ce sens, les résultats sont aussi à comparer à l'échelle des communes. De la sorte, l'exemple de la superficie étudiée autour de l'espace Beaulieu au cœur de l'exemple d'Auderghem renseigne un GSI de 0.24 contre 0.32 à l'échelle du territoire, laissant la possibilité d'une densification théorique dans la zone. L'approche à l'échelle du bâti dans le chapitre 4 permettra réellement d'avérer l'hypothèse de la densification.

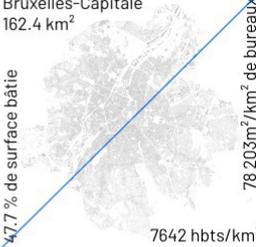
Watermael-Boitsfort 13 km <sup>2</sup>  21.2% 15 896 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 1958 hbts/km <sup>2</sup>	Auderghem 9 km <sup>2</sup>  32.4% 32 572 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 3942 hbts/km <sup>2</sup>	Bruxelles-ville 32.60 km <sup>2</sup>  44.8% 195 477 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 5872 hbts/km <sup>2</sup>	Evere 5.00 km <sup>2</sup>  45.1% 64 298 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 8635 hbts/km <sup>2</sup>
Anderlecht 17.7 km <sup>2</sup>  46.2% 29 384 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 6981 hbts/km <sup>2</sup>	Bruxelles-Capitale 162.4 km <sup>2</sup>  47.7% de surface bâtie 78 203 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> de bureaux 7642 hbts/km <sup>2</sup>	Uccle 22.9 km <sup>2</sup>  48.3% 10 284 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 3764 hbts/km <sup>2</sup>	Ganshoren 2.5 km <sup>2</sup>  48.4% 7558 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 10 349 hbts/km <sup>2</sup>
Jette 5.04 km <sup>2</sup>  52.7% 9632 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 10 349 hbts/km <sup>2</sup>	Forest 6.20 km <sup>2</sup>  54.3% 21 778 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 9174 hbts/km <sup>2</sup>	Molenbeek 5.90 km <sup>2</sup>  54.8% 66071 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 16 336 hbts/km <sup>2</sup>	Koekelberg 1.20 km <sup>2</sup>  56.2% 25 194 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 19 090 hbts/km <sup>2</sup>
Woluwe Saint Pierre 8.90 km <sup>2</sup>  56.6% 20 280 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 4751 hbts/km <sup>2</sup>	Woluwe Saint Lambert 5.00 km <sup>2</sup>  57.3% 43 598 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 8196 hbts/km <sup>2</sup>	Schaerbeek 8.10 km <sup>2</sup>  57.5% 110 307 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 16 551 hbts/km <sup>2</sup>	Berchem Saint-Agathe 2.90 km <sup>2</sup>  58.1% 29 565 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 8601 hbts/km <sup>2</sup>
Saint-Josse-ten-Noode 1.10 km <sup>2</sup>  63.1% 691 189 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 23 322 hbts/km <sup>2</sup>	Ixelles 6.30 km <sup>2</sup>  63.3% 131 137 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 13 807 hbts/km <sup>2</sup>	Saint Gilles 2.50 km <sup>2</sup>  65% 216 566 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 19 466 hbts/km <sup>2</sup>	Etterbeek 3.15 km <sup>2</sup>  67.1% 111 936 m <sup>2</sup> /km <sup>2</sup> 15 613 hbts/km <sup>2</sup>

Figure 46 : Tableau synthétique des données relatifs aux communes de Bruxelles (ISBA, 2018)

En outre, la mesure de l'OSR renseigne sur la proportion d'espace ouvert disponible dans le territoire. On constate que plus la valeur est faible moins le site est riche en espace ouvert et inversement. De ce fait, avec un OSR de 0.21, la superficie du Quartier européen semble ne pas disposer suffisamment de vides. Il en résulte une perte de qualité spatiale dans le site suite à une promiscuité trop forte entre les bâtiments.

La proportion d'espace ouvert doit servir à activer la qualité dans les espaces intermédiaires autour du triptyque de la société, de l'économie et de l'environnement.

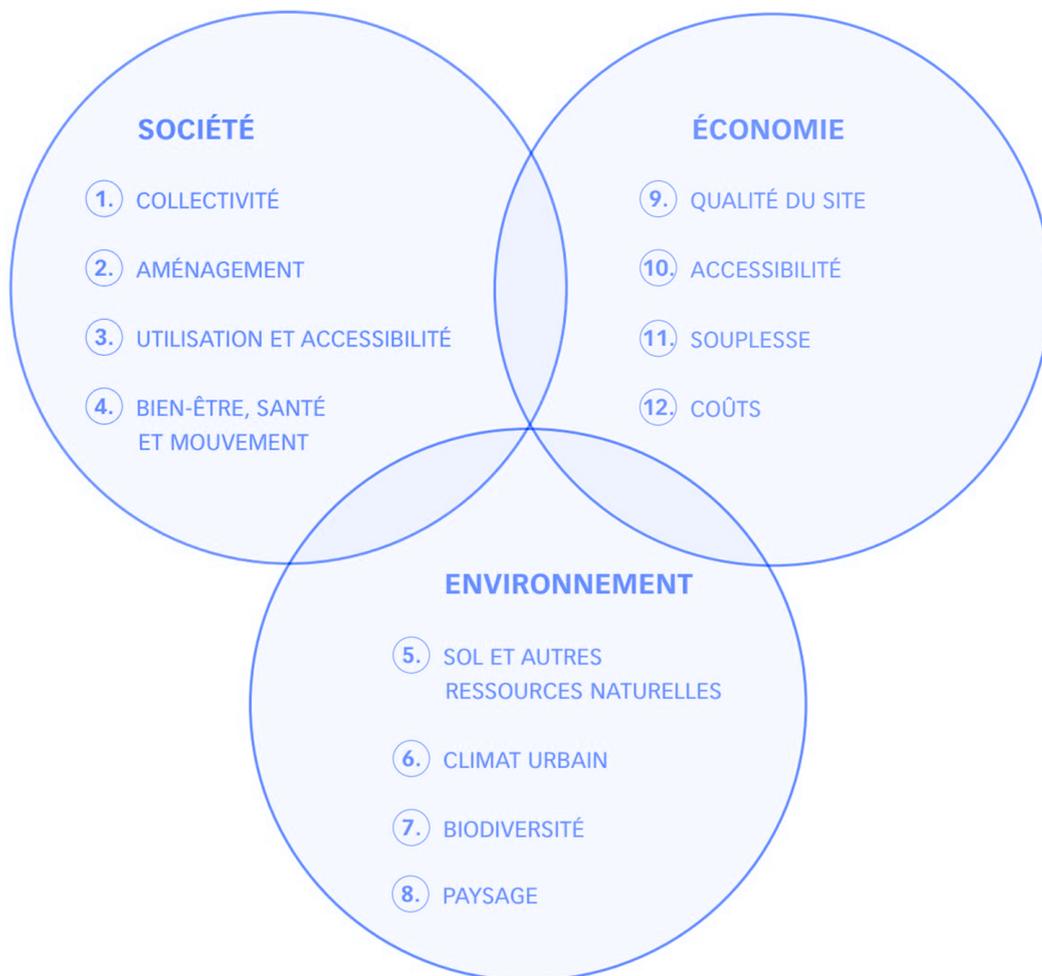


Figure 47 : Le thème de l'espace ouvert dans les trois dimensions de la société, de l'économie et de l'environnement (Hoppe G & Marti D, 2018)

L'évocation de ces valeurs peut amener à s'interroger sur la densité optimale à appliquer sur le territoire. Toutefois, l'idée d'une densité idéale ne doit pas être une finalité, mais un moyen de proposer des solutions raisonnables à la conception de la ville. Ainsi en regardant les superficies analysées combinées à l'analyse des densités au travers des différentes échelles, on se rend compte que l'acte de densification s'applique davantage au cas par cas plutôt qu'à un consensus applicable à l'échelle du territoire.

Il n'est pas non plus question de rechercher une homogénéité dans la densité puisqu'elle pourrait amener une banalisation des réponses spatiales induisant une perte dans la conception de spatialité. En effet, les variations de densité ne doivent pas être considérées comme négatives, mais au contraire valorisées, car elles provoquent la naissance de qualité spatiale unique participant à la richesse de la ville.

*Note : La disparité des répartitions des espaces végétalisés dans le territoire induit une réduction des surfaces bâties dans les zones fortement boisées. Il est donc aussi important de prendre en compte les caractéristiques du site analysé. Ainsi, l'étude du territoire doit se faire par l'usage des calculs de densité, l'observation des gabarits et l'appréhension des critères physiques du site comme le relief, la végétation ou les cours d'eau.*

## **6. Synthèse**

L'analyse de la densité dans la seconde ceinture laisse entrevoir des possibilités concernant la densification des espaces. Toutefois, la densification telle qu'on peut la penser au premier abord ne se résume pas seulement à l'augmentation des surfaces habitables sur une superficie. En effet, la modification des densités sur un territoire peut se matérialiser de multiples manières. Ainsi, avant de proposer une application de la densité sur le projet de l'Espace Beaulieu, nous allons nous plonger dans les critères de densification proposés dans le PRDD de la ville de Bruxelles afin d'ajouter une dimension normative et descriptive à la notion de densité.





# 3.

## **Les critères de densification pour une ville dense de qualité selon la ville de Bruxelles**

1. Les critères de la ville de Bruxelles
2. Principes complémentaires à la stratégie définis par la ville
3. Synthèse

## 1. Les critères de la ville de Bruxelles

La densité et le développement durable sont des notions interconnectées, dépendant des actions de chacune. En ce sens, la fabrication d'une ville dense doit s'effectuer au regard des enjeux du développement durable et des prérogatives définies par la ville dans le PRDD. Les objectifs de la ville sont multiples et doivent permettre d'arriver à résoudre les problèmes du XXI<sup>e</sup> siècle.

La ville décrit 7 critères afin d'assurer une densification contrôlée du territoire.

### 1.1 « Une densification proportionnelle à la dimension de l'espace public »

L'objet de la densification doit se faire au regard de la dimension de l'espace public/ouvert. Les proportions physiques de l'espace public peuvent servir d'indication quant à la manière de densifier. La densification peut prendre de multiples formes, mais l'on retient que la modification du gabarit par l'ajout d'un élément en toiture permet davantage d'optimiser l'emprise existante du bâtiment sans pour autant artificialiser le sol.

Les changements de morphologie impactent l'espace public. En effet, la construction verticale va indubitablement modifier l'image de la construction et possiblement réduire l'ensoleillement et les vues dont disposent l'espace public. En ce sens, un espace public de petite taille ne pourrait pas s'accompagner d'un projet de densification trop conséquent au risque de créer un espace public sans qualité. Toutefois, la ville ne définit pas réellement de critère « mesure sur la dimension d'un espace ouvert ». Le rôle de l'architecte et de l'urbaniste est d'intervenir au mieux sur un projet avec la volonté de préserver la qualité des espaces connecteurs. La densification proportionnelle à l'espace public s'oriente, au cas par cas, dans le but de répondre à la production d'une densité de qualité.

## 1.2 « Une densification respectueuse du patrimoine architectural »

Le patrimoine est un « bien qu'on tient par héritage de ses ascendants » ainsi qu'une « richesse » (Larousse, 2024). Une richesse qu'il convient de maintenir et de repenser pour l'inscrire dans le XXI<sup>e</sup> siècle.

L'objectif de la ville repose sur la densification du patrimoine reconnu en supervisant l'impact d'une densification sur ces ensembles. L'exemple de la densification des cités-jardins démontre la complexité d'intervenir sur ce genre d'espace bâti et de conserver leur intégrité.

## 1.3. « Une densification proportionnelle à la taille des parcelles et des îlots »

Pour concevoir la densification à l'échelle de la ville, l'observation des dimensions parcellaires et des îlots en lien avec leur densité permet de définir la stratégie à opérer pour fabriquer le projet. Par conséquent, les espaces disposant d'une faible densité d'occupation, offrent des potentiels quant à l'adaptation de la forme bâtie en ajoutant des éléments ou en modifiant le gabarit existant.

## 1.4 « Une densification qui s'appuie sur la revalorisation du bâti existant »

Transformer, modifier et densifier le bâti existant sont des pistes permettant à la ville de se construire sur elle-même, mais aussi de réduire son impact environnemental.

L'adaptive re-use, ou réutilisation adaptative, consiste à modifier un bâtiment dans le but d'accueillir des usages différents de ceux initialement prévus. L'objectif est d'adapter un bâti existant pour répondre à de nouveaux besoins et fonctions. Cette pratique permet de donner une seconde vie à des bâtiments historiques, industriels ou commerciaux, tout en préservant leur caractère et leur valeur architecturale, culturelle et patrimoniale. L'adaptive reuse représente ainsi une approche durable favorisant la conservation des ressources et en réduisant la demande de nouvelles constructions (Brunner & Harnack & Heger2020).

### 1.5. « Une densification liée à une bonne accessibilité en transport public et aux alternatives à la voiture individuelle »

Le réseau viaire de Bruxelles s'organise autour de trois grands axes de distribution - la petite ceinture, la moyenne ceinture et le ring. Ces éléments concentriques intègrent des points d'entrée et de sortie stratégiques permettant une circulation dans l'ensemble du territoire. L'ensemble de transports en commun gravite autour du réseau routier, jouant un rôle crucial dans la mobilité des usagers. Toutefois, il faut noter que malgré la densité des réseaux routiers, ferroviaires et de transports en commun représentant 17 % sur les 47 % d'espaces imperméables (Perspective Bruxelles, 2022), la ville reste confrontée à des problèmes de surcharge de son réseau, entraînant des impacts négatifs sur l'environnement, la vie sociale et économique.

Pour résoudre ces problèmes, la ville préconise une approche multimodale, visant à équilibrer le développement des différents modes de transport et à modifier les comportements des usagers.

La transition, d'un usage de la voiture individuelle vers des modes de circulation actifs comme la marche et le vélo, nécessite une refonte en profondeur de la manière de repenser la ville. En effet, si la ville souhaitait renforcer l'usage des alternatives, les acteurs du territoire vont devoir améliorer la ville de proximité en proposant des services facilement accessibles en traversant des espaces sécurisés et agréables pour les usagers. Par ailleurs, un ménage sur deux ne dispose pas de voiture, selon l'institut bruxellois de statistiques et d'analyses. Il faut cependant garder en tête, que la voiture, en tant qu'entité, n'est pas amenée à disparaître, mais bien à évoluer. En effet, les objectifs de la ville sont de repenser les réseaux viaires en transformant des espaces en boulevard urbain (réduction de la vitesse et moins de bandes routières) et de densifier l'offre d'espace permettant l'utilisation de voiture partagée minimisant ainsi, l'usage de la voiture individuelle.

« Un logement situé dans un rayon de 600 m autour des gares et des stations de métro existantes ou à créer (y compris RER et métro nord) bénéficie d'une bonne accessibilité en transport public » (PRDD, 2018).



Figure 48 : Développement du réseau viaire bruxellois ( Brugis, 2024 )

## 1.6 « Une densification liée à une présence suffisante d'espaces verts »

Depuis longtemps, la ville s'est développée en totale opposition avec son environnement naturel. Par conséquent, l'artificialisation massive des surfaces par l'urbanisme bruxellois a bouleversé la biodiversité présente. Par ailleurs, l'étalement urbain a marqué une rupture entre la ville et la campagne retirant progressivement les espaces agricoles des villes. Dans cette optique, de nombreuses initiatives s'activent à réintroduire la production de denrées alimentaires au sein du tissu bâti en réintroduisant espace après espace des zones d'agriculture urbaines.

Pour construire la ville dense, les acteurs vont devoir intégrer davantage la nature dans les modes de vie des usagers. En effet, le système doit reconsidérer l'importance de la faune et la flore et agir dans le but d'intensifier les maillages existants et créer de nouveaux espaces végétalisés variés. Actuellement, seulement 1/3 des logements disposent d'un jardin privé. L'accès à des espaces verts de proximité semble devenir une priorité pour assurer la qualité de vie des quartiers (Perspective Bruxelles, 2022).

Au cours du XXe siècle, de nombreux cours d'eau ont été mis sous canalisation ou minéralisés notamment pour des questions hygiéniques. Toutefois, les cours d'eau à ciel ouvert sont sources d'enrichissement de la biodiversité. Aujourd'hui, la ville souhaite remettre en surface et réinventer la manière de vivre avec l'eau en ville. En ce sens, une reconstitution du réseau hydrographique de surface doit se faire. En effet, en plus de renforcer la biodiversité déjà existante, ces nouvelles surfaces permettront également de récolter une partie des eaux de pluies et de prévenir les risques d'inondations (UNESCO, 2021).

*Note: Environ 53 % de la superficie totale du territoire est composée d'espaces perméables, soit 86 km<sup>2</sup> des 161,4 km<sup>2</sup>. De plus, 25 % de ces espaces sont constitués d'espaces verts (Perspective Bruxelles, 2022).*

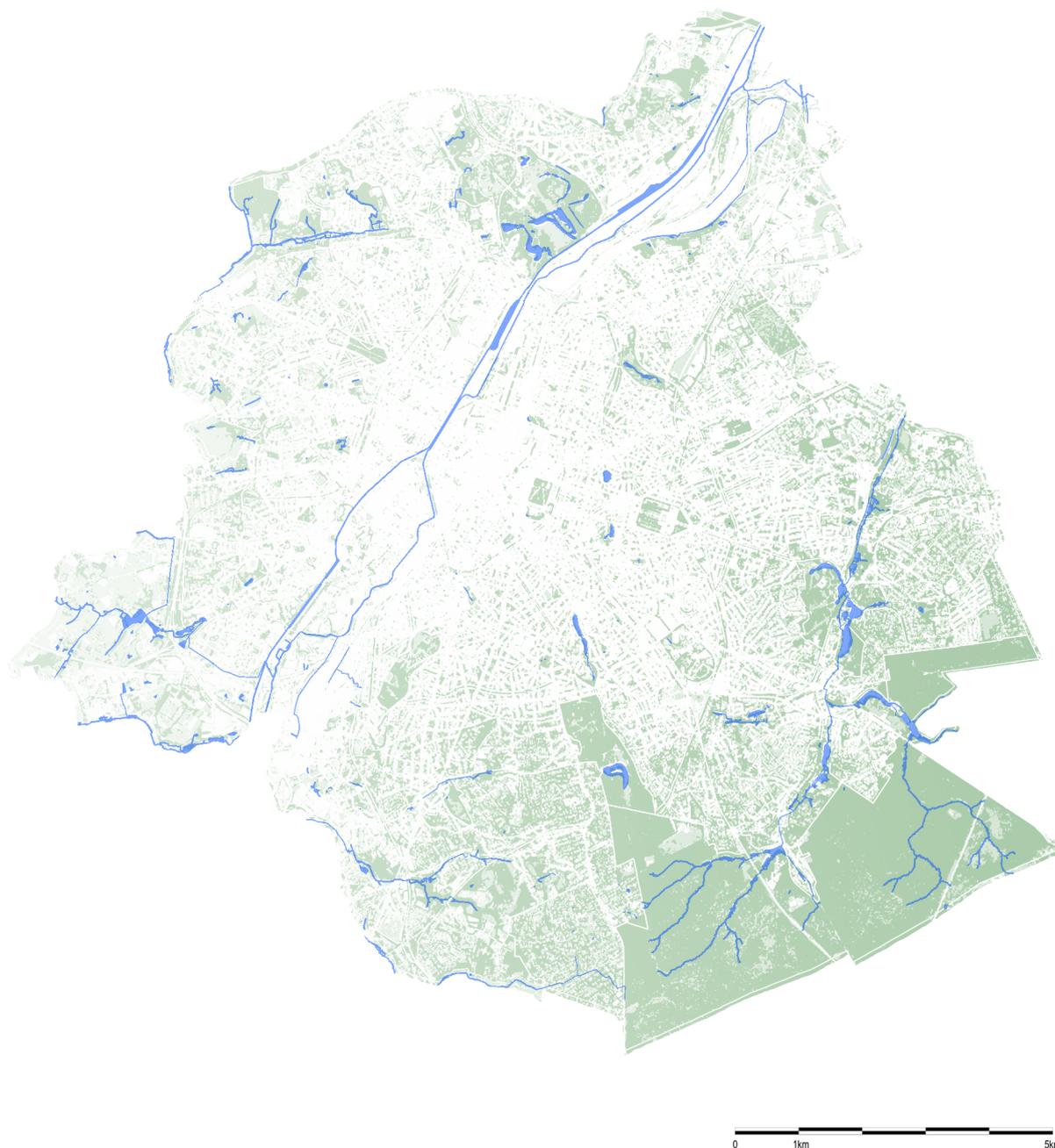


Figure 49 :Emprise des mailles vert et bleu de la région bruxelloise ( Brugis, 2024)

Au regard des enjeux environnementaux et climatiques actuels, Il est de notre devoir d'agir pour limiter au maximum le dérèglement climatique. Cependant, même si l'accord de Paris de 2015 (Union européenne, 2016) établi au terme de la COP21, conduisait à limiter à 1,5°C la montée des températures d'ici 2030, on sait désormais grâce au dernier rapport du GIEC, que nous n'arriverons pas à cet objectif. Pour réussir à survivre aux effets du changement climatique, il est nécessaire d'agir au plus vite. Les chercheurs du GIEC l'ont exprimé maintes et maintes fois, chaque augmentation de températures provoque des dégâts irréversibles sur l'écosystème (GIEC, 2021).

À l'échelle de la ville, la montée des températures, le manque d'espaces végétalisés et la densité bâtie constituent les principaux composants des îlots de chaleur. Ces espaces emmagasinent par inertie la chaleur et la diffusent par la suite. Cette chaleur peut nécessiter de la part des usagers l'utilisation d'équipements visant à réduire la température et consommant in fine une partie des ressources énergétiques. De plus, la montée des températures peut s'avérer problématique pour garantir la santé des occupants. Ainsi, la ville s'active à proposer diverses solutions pour endiguer cette conséquence de l'anthropisation.

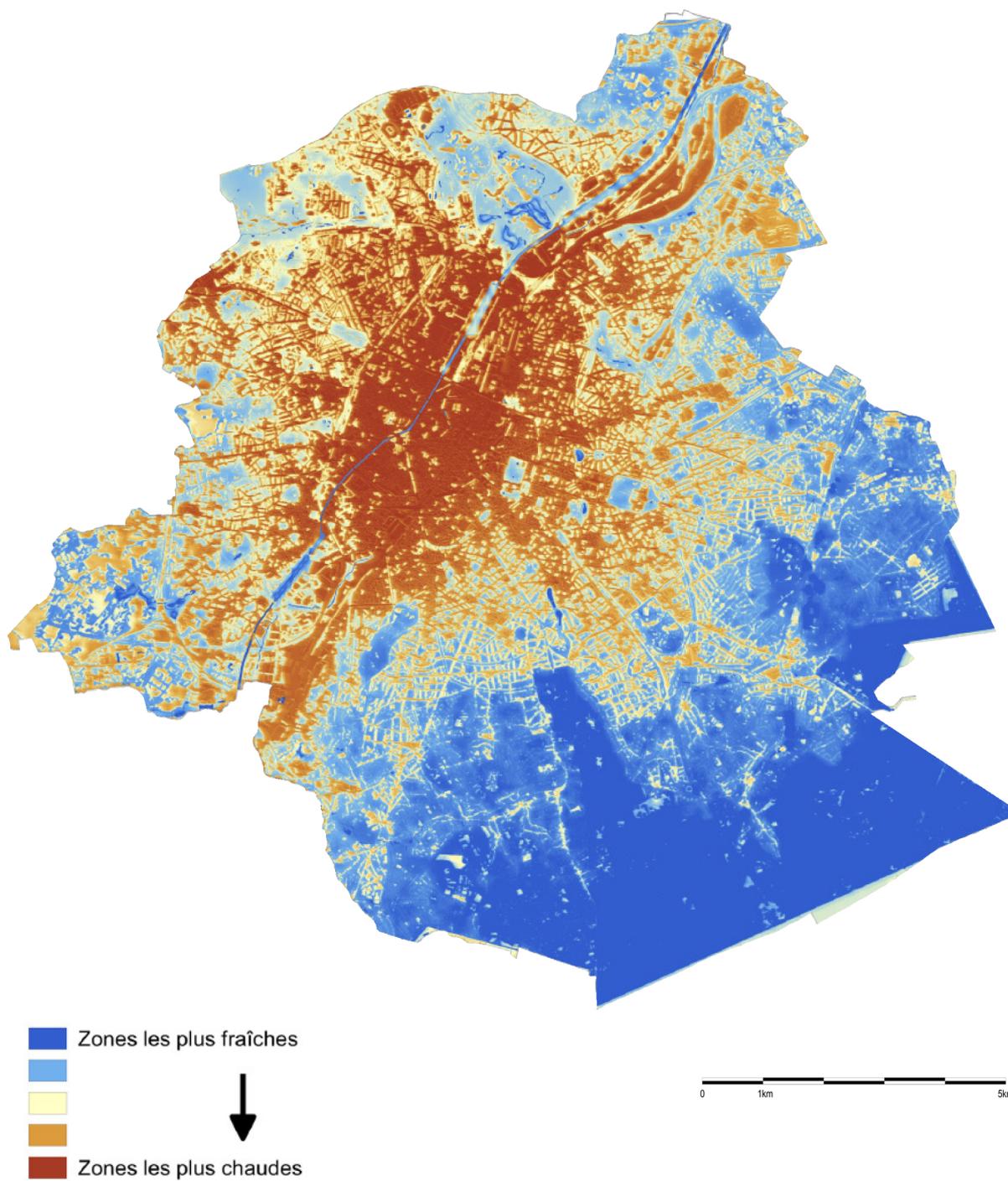


Figure 50 : Localisation des îlots de fraîcheurs de la région bruxelloise  
( Bruxelles Environnement, 2018 )

## 1.7 « Une densification qui s'accompagne de la création de services de proximité adaptés aux besoins »

Le dernier principe de densification porté par la ville concerne l'accessibilité aux services de proximité. L'objectif de la ville dense et donc polycentrique, renvoie à l'importance de la mixité programmatique à la portée des habitants.

La densification des services de proximité, couplée à la densification des mobilités alternatives donnent l'occasion à la ville de réduire l'usage de la voiture individuelle et de requalifier la manière de vivre des Bruxellois. Les services de proximité englobent une multitude de programmes favorisant la qualité de vie au sens où tout ce dont l'utilisateur a besoin se situe à proximité de son lieu de vie comme les écoles, bibliothèques, salles de sport, maisons médicales, équipements sportifs et culturels ainsi que les commerces pour n'en citer que certains.

Pour assurer un confort public, l'architecte, urbaniste et théoricien Léon Krier définit les points d'intention permettant de créer un quartier fonctionnel. Selon lui, la marche doit représenter l'échelle de mobilité du quartier. Ainsi, à une vitesse moyenne de 4km/h, la distance maximum à parcourir serait de 700 mètres dans l'objectif de respecter une traversée du quartier en 10 minutes. Les proportions de son quartier idéal, où tout est facilement accessible, nécessitent : une superficie de maximum 35 hectares, une population de 20 000 habitants avec une densité comprise entre 300 et 650 hbts/ha (Ananian & Anaya & Declève & Lescieux, 2009).

## **2. Principes complémentaires de la stratégie défini par la ville**

### 2.1 Subdivision interne

L'ensemble de ces principes de densification pourrait être complété par le principe de densification interne des bâtiments. Riches d'un ensemble de maisons bourgeoises unifamiliales, ces espaces sont devenus difficilement accessibles pour les ménages en raison de l'augmentation des prix du m<sup>2</sup> habitable. Pour résoudre ce problème, de nombreuses maisons se transforment, en passant d'une activité unifamiliale à la création de plusieurs logements. La division interne en plusieurs typologies d'habitat permet de repenser l'usage de ces bâtiments et de renforcer la densité de logement dans un quartier. L'objectif de création de nouveau logement peut donc aussi se faire en modifiant la composition spatiale d'une construction.

### 2.2 Dédensification

Parallèlement aux stratégies de densification évoquées dans ce chapitre, la dédensification émerge également comme un principe régulateur de la densité. Dédensifier permet de rétablir un équilibre entre le bâtiment et son environnement. Cette approche visant à se positionner sur des bâtiments trop denses (FSI, GSI, unités d'habitation, etc.) consiste à réduire la densité dans les zones les plus denses. Ainsi, en libérant de l'espace et en repensant les proportions, la dédensification autorise une redéfinition des espaces ouverts. En somme, la dédensification s'inscrit comme une stratégie complémentaire à la densification, visant à garantir un développement urbain durable et équilibré.

*Note : Les principes de densification vont remettre en perspective le PRAS en vigueur à Bruxelles et forcer la transition entre les fonctions dans le but d'optimiser la mixité programmatique dans le territoire.*

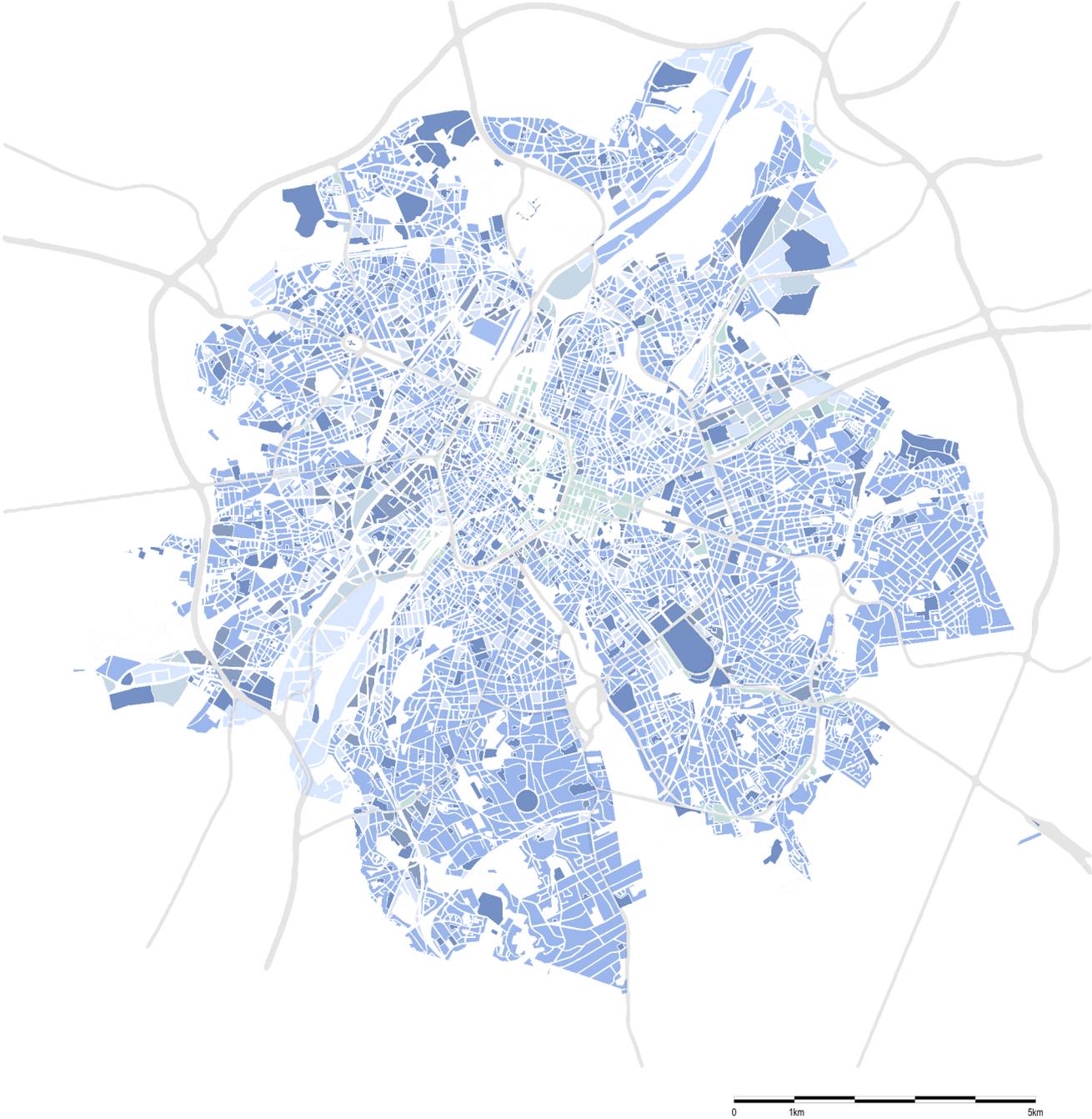
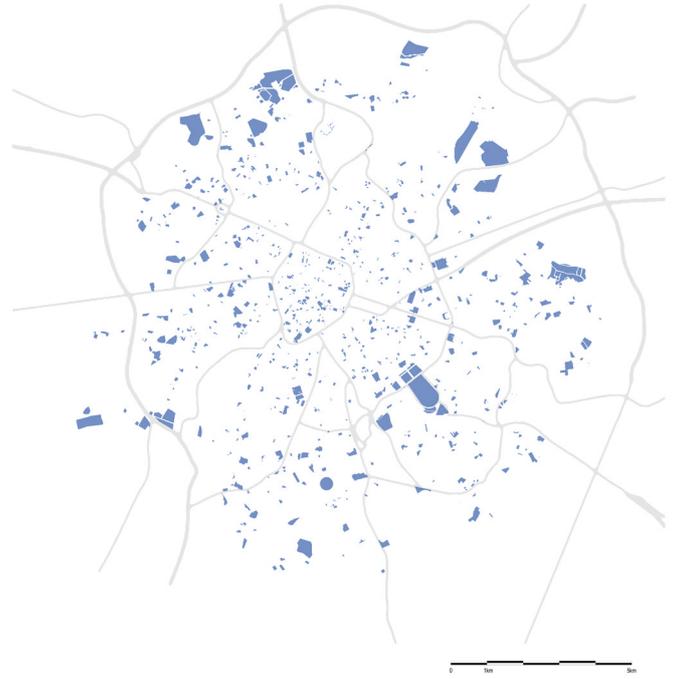


Figure 51 : Plan Régional d'affectation des sols de 2001  
(Bruxelles Capitale, 2001)



Industries  
zones d'entreprises



Services publics



Administration



Habitation

### **3. Synthèse**

L'ensemble des principes de densification du PRDD et les notions complémentaires apportées définissent les grandes lignes de la production d'une densité de qualité. Ces différents facteurs représentent un ensemble de possibilités permettant d'obtenir une densification juste et équilibrée pour la ville et ses occupants.

Synthèse des intentions permettant de conduire à la fabrique de la seconde ceinture dense de Bruxelles :

- Mixité programmatique
- Transition dans la mobilité
- Accessibilité aux logements
- Subdivision interne
- Maintien et renforcement des maillages vert et bleu
- Gestion et développement de l'espace ouvert
- Densification verticale
- Adaptive re-use
- Economie de matière et réemploi
- Gestion des énergies et optimisation des énergies renouvelables
- Dédensification





Figure 52 : Photographie de l'Espace Beaulieu  
(réalisée par l'auteur)

# 4.

## **Application des principes de densité sur le projet de l'Espace Beaulieu**

1. Etat des lieux de l'Espace Beaulieu
2. L'Espace Beaulieu, un ensemble trop dense ?
3. Agir sur le projet
4. Synthèse

# 1. Etat des lieux de l'Espace Beaulieu

## 1.1 Descriptif du bâtiment

Le projet de l'Espace Beaulieu conçu par l'Atelier Genval sort de terre en 1993 et accueille jusqu'en 2020, les bureaux de la Commission européenne. L'ensemble des trois édifices, de style Postmodernisme, englobe environ 40 000 m<sup>2</sup> hors-sol et 23 000 m<sup>2</sup> sous-sol.

*Note : Un reportage photographique est présent dans l'annexe afin de pouvoir visualiser le bâtiment.*



Figure 53 : Plan d'implantation et coupe longitudinale de la situation existante  
(réalisée par l'auteur)

## 1.2 Synthèse des caractéristiques

- Chaque bâtiment est construit sur une parcelle de terrain distincte.
- les trois parcelles cumulent une superficie de 19 197 m<sup>2</sup>.
- Les installations techniques se trouvent sur les toits, aux étages supérieurs des bâtiments et aux étages souterrains.
- La structure de Beaulieu 2 et 3 est une structure en béton armé. La structure de Beaulieu 1 est une construction métallique en poutre d'acier sur des colonnes en béton.
- Les façades extérieures sont structurelles, composées de béton, de granit pour le revêtement, de pierre naturelle, d'aluminium et de murs-rideaux en verre.
- Les fenêtres sont ouvrantes 1 sur 2, avec une modulation de 120 cm.
- Les façades intérieures de l'atrium sont constituées d'un revêtement mural en granit, de plaques de plâtre et de fenêtres à ouverture partielle.
- Hauteur libre au rez-de-chaussée de 308 cm et aux étages de 260 cm. Hauteur entre dalles de béton aux étages de 299 cm (niveau fini à niveau fini).
- Chaque bâtiment dispose de 2 batteries de 3 ascenseurs.
- Le dernier certificat de performance énergétique délivré en 2019 indique une performance énergétique D (379 kWhEP/m<sup>2</sup>/an) et des émissions annuelles de CO<sub>2</sub> de 65 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an.
- Proximité avec le futur Boulevard urbain

Figure 54 : Descriptif fourni dans le cahier des charges du concours  
(BMA, 2023)

### 1.3 L'importance du parcellaire, la dimension comme enjeux de renouvellement urbain

Dans la figure suivante, inspirée des travaux de « la ville rangée » d'Armelle Caron, la ville du passé se décompose pour former un atlas d'îlots déconnectés. La cohérence du tissu disparaît au profit d'un ensemble de fragments dépourvus des espaces ouverts. Cette fragmentation fait perdre tout sens à la commune d'Auderghem et renforce l'importance des tissus connecteurs. «Auderghem rangée» sert à mettre en avant l'importance des espaces liants dans la fabrique du territoire.

La fabrique de la ville est complexe et unique. Comme expliquée dans le chapitre 2, la densité ne reflète pas l'image de la forme du bâti et du parcellaire. L'exercice de la décomposition rend compte des différences de proportions au sein des îlots d'Auderghem. Ces disparités sont source de richesses au sein des espaces, car elles n'appellent pas au même traitement de composition et de densification. La proportion de l'Espace Beaulieu offre un potentiel dans le développement de la commune et laisse entrevoir de multiples possibilités.

Auderghem

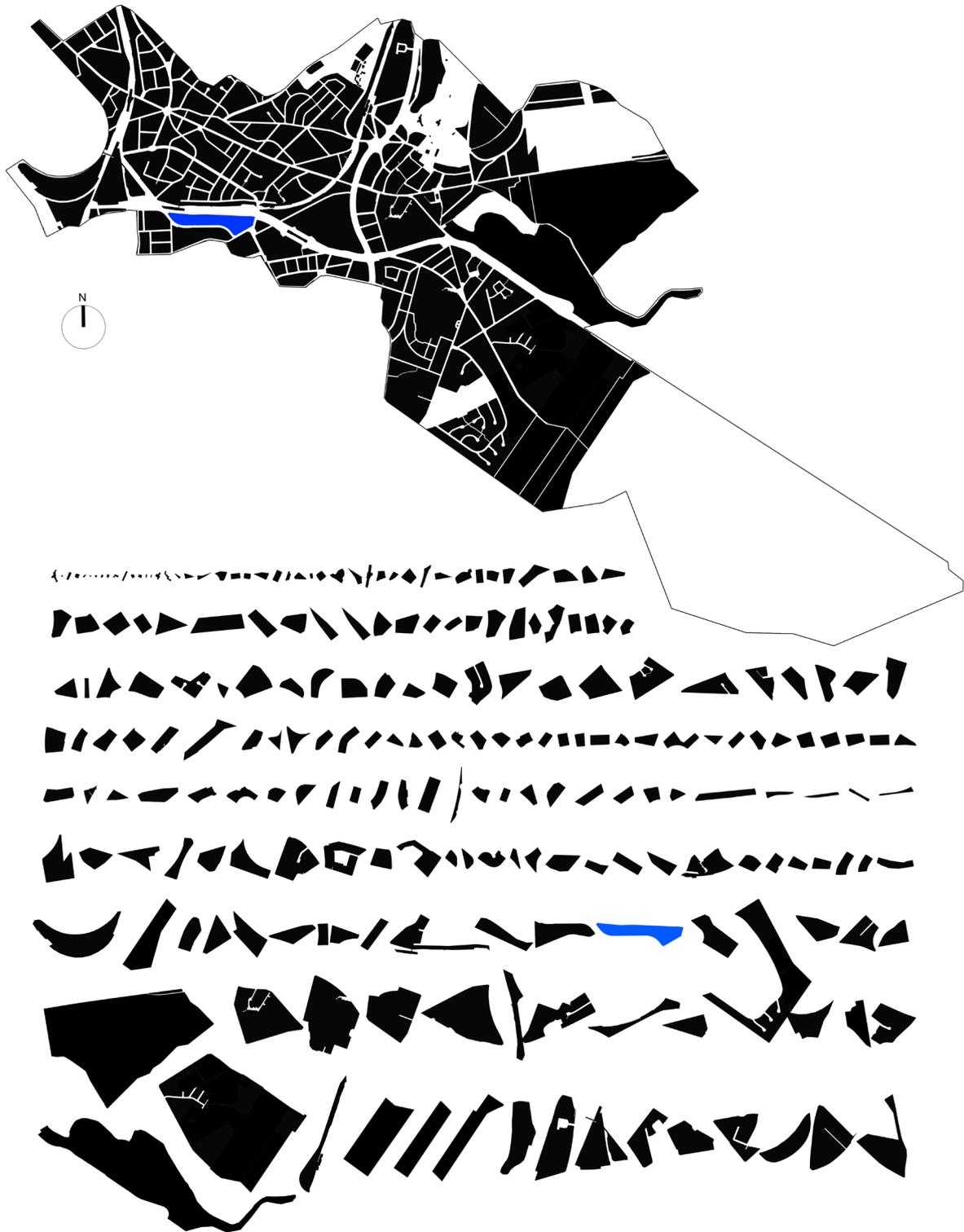


Figure 55 : Auderghem rangée  
(réalisée par l'auteur)

## 1.4 Evolution de la parcelle au cours du temps

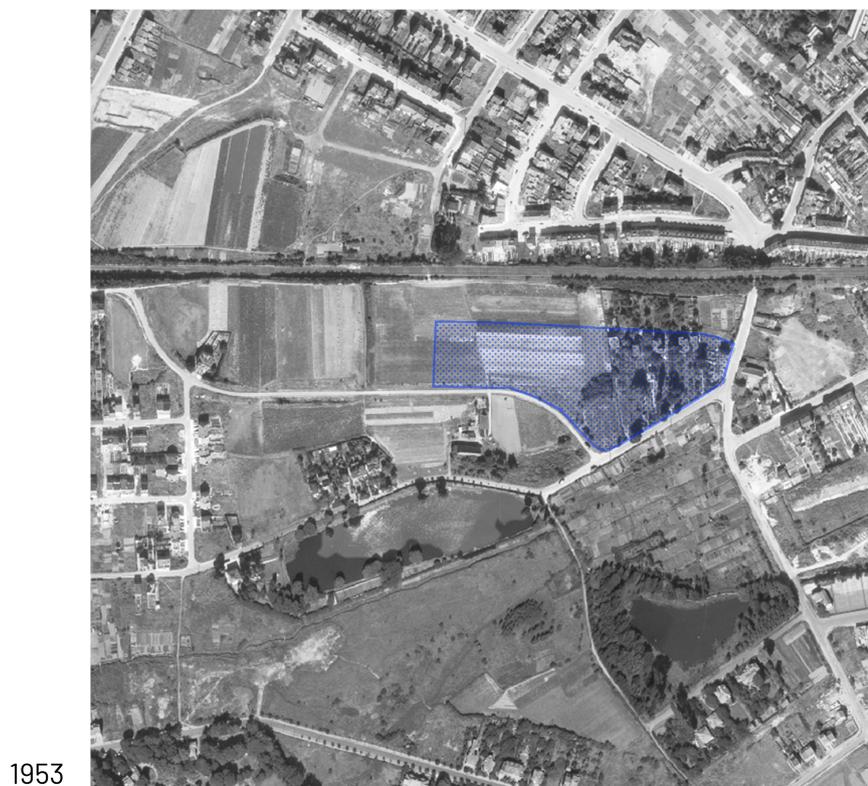
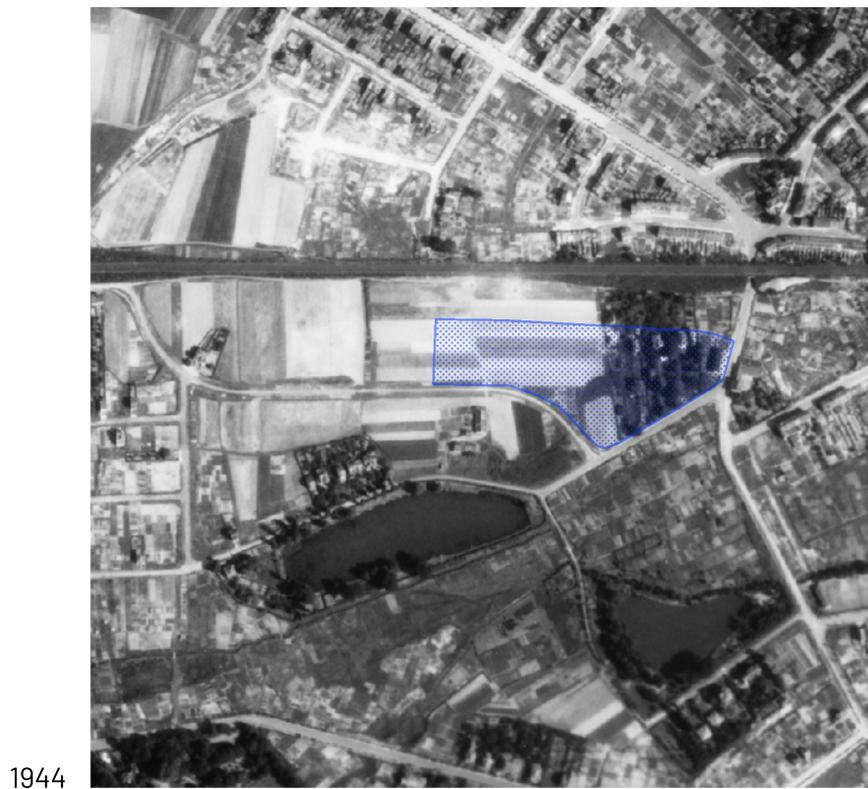
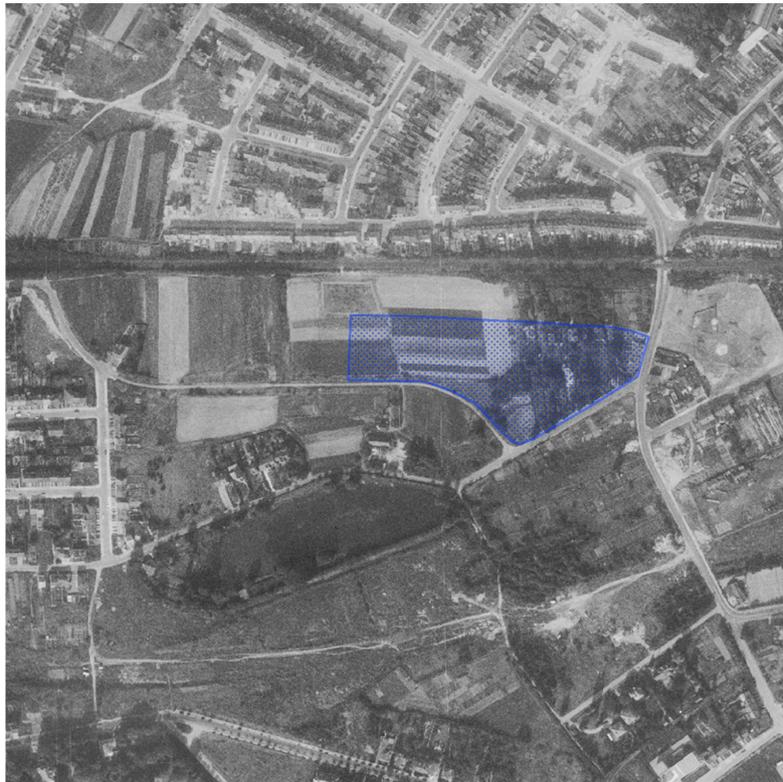


Figure 56 : Vues aériennes de l'Espace Beaulieu en 1944 et 1953  
(Bruciel, 2024)



1961



1971

Figure 57 : Vues aériennes de l'Espace Beaulieu en 1961 et 1971  
(Bruciel, 2024)



1987



1996

Figure 58 : Vues aériennes de l'Espace Beaulieu en 1987 et 1996  
(Bruciel, 2024)



2004



2012

Figure 59 : Vues aériennes de l'Espace Beaulieu en 2004 et 2012  
(Bruciel, 2024)

2024

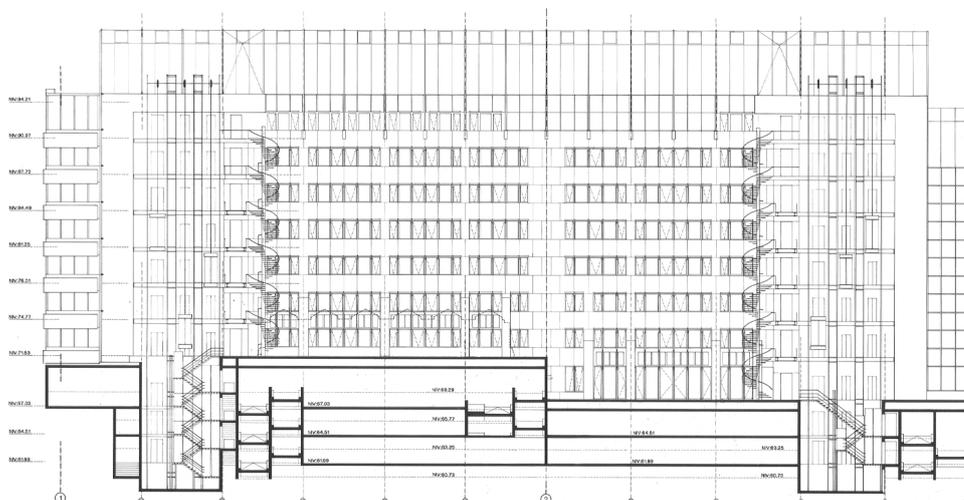
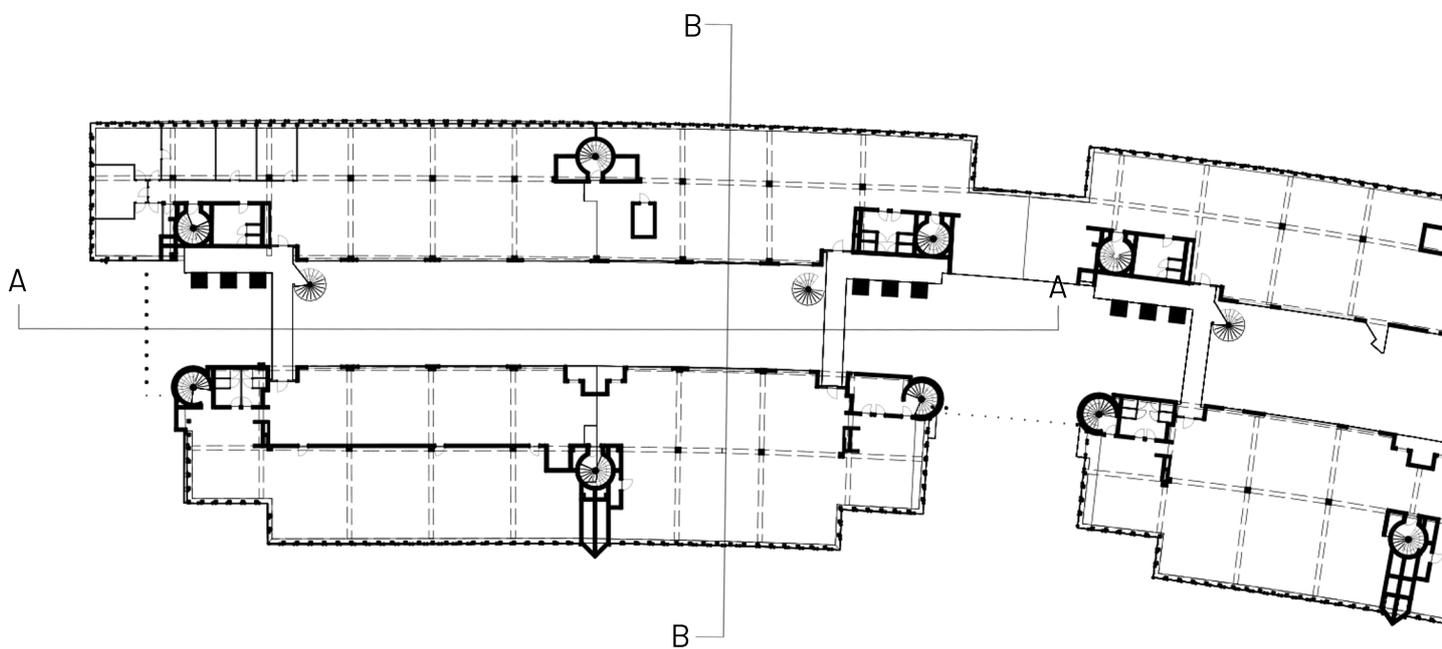




Figure 60 : Vue aérienne de l'Espace Beaulieu en 2024  
(Bruciel, 2024)

## 1.5 Documents existants

Les documents suivants donnent une vue d'ensemble des principes de composition mis en place par l'Atelier Genval dans le projet.



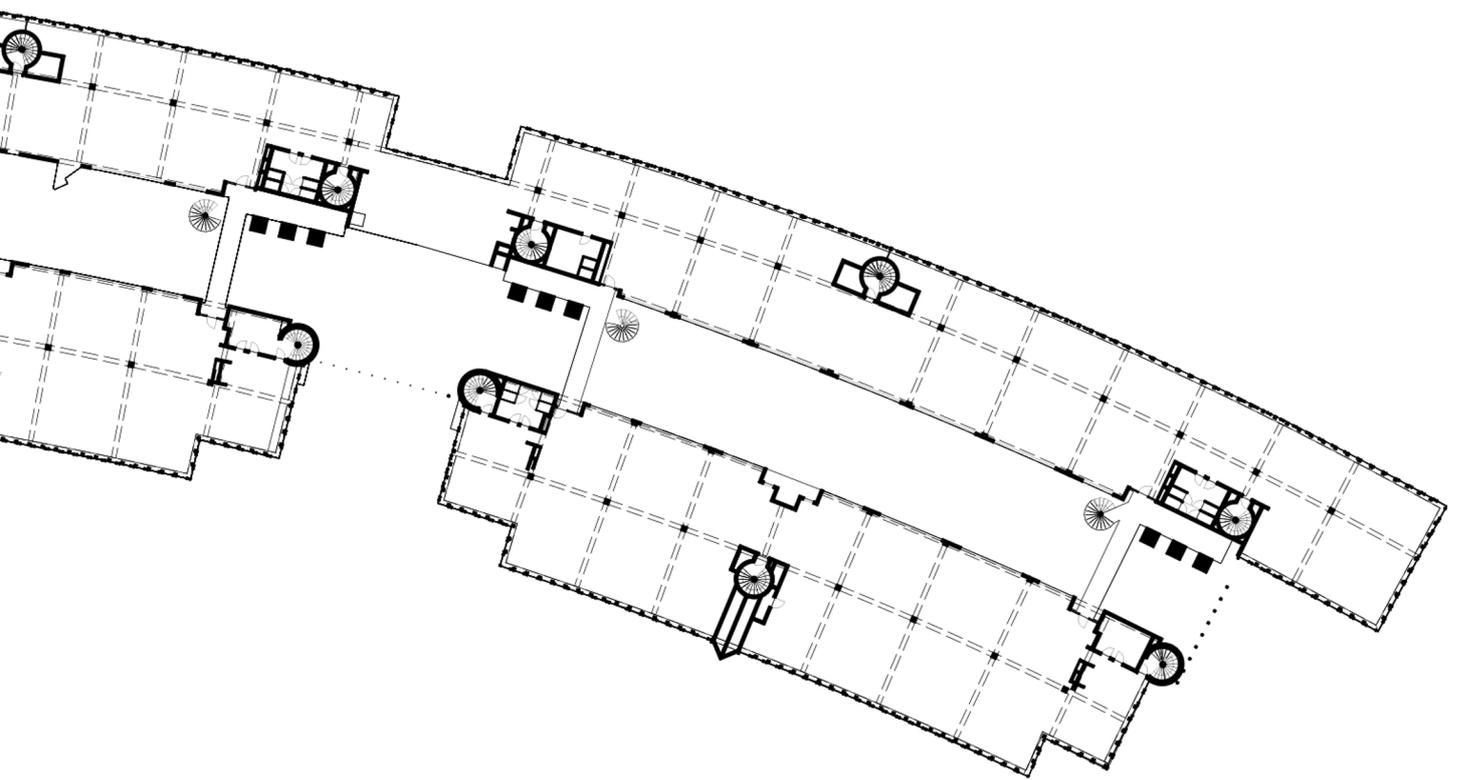
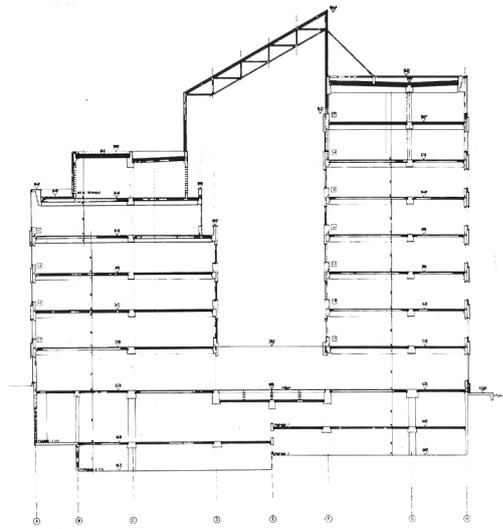


Figure 61: Coupes existantes fournies par le BMA (Atelier Genval)

Figure 62 : Plan existant d'un étage typique (réalisée par l'auteur)

## **2. L'Espace Beaulieu, un ensemble trop dense ?**

### 2.1 Recherche de densité à l'échelle du bâti

**Le Plan d'Aménagement Directeur de l'espace Hermann-Debroux dans lequel se situe le bâtiment préconise une densification comprise en 15-20% de la surface brute hors-sol mais le bâtiment nécessite-t-il réellement d'être densifié ?**

Dans les prochaines pages, nous analyserons la densité du projet à l'échelle du bâti afin de rentrer dans une dimension plus proche de l'Humain et d'affirmer ou de réfuter l'hypothèse de densification.

## Méthodologie de recherche

L'étude présentée dans le chapitre 2 se poursuit, ici, à l'échelle du bâti afin d'observer les différences de densité au sein d'espaces construits.

Pour réaliser cette recherche, nous allons effectuer les différents calculs de densité déjà utilisés (FSI, GSI, OSR). L'objectif étant de révéler la densité à une échelle plus précise, nous étudierons la densité de quatre autres exemples de formes urbaines : un îlot d'habitations, une école, un immeuble de logement et une tour de logement.

L'étape suivant les calculs prendra la forme d'une planche regroupant les bâtiments dans une matrice spatiale issue des recherches menées par Meta Berghauser Pont et Per Haupt.

*Note : A ce stade de l'étude, la densité de logement ne peut pas être prise en compte comme outil de comparaison, car l'objet d'étude ne disposait pas d'unité de logement dans son programme originel.*

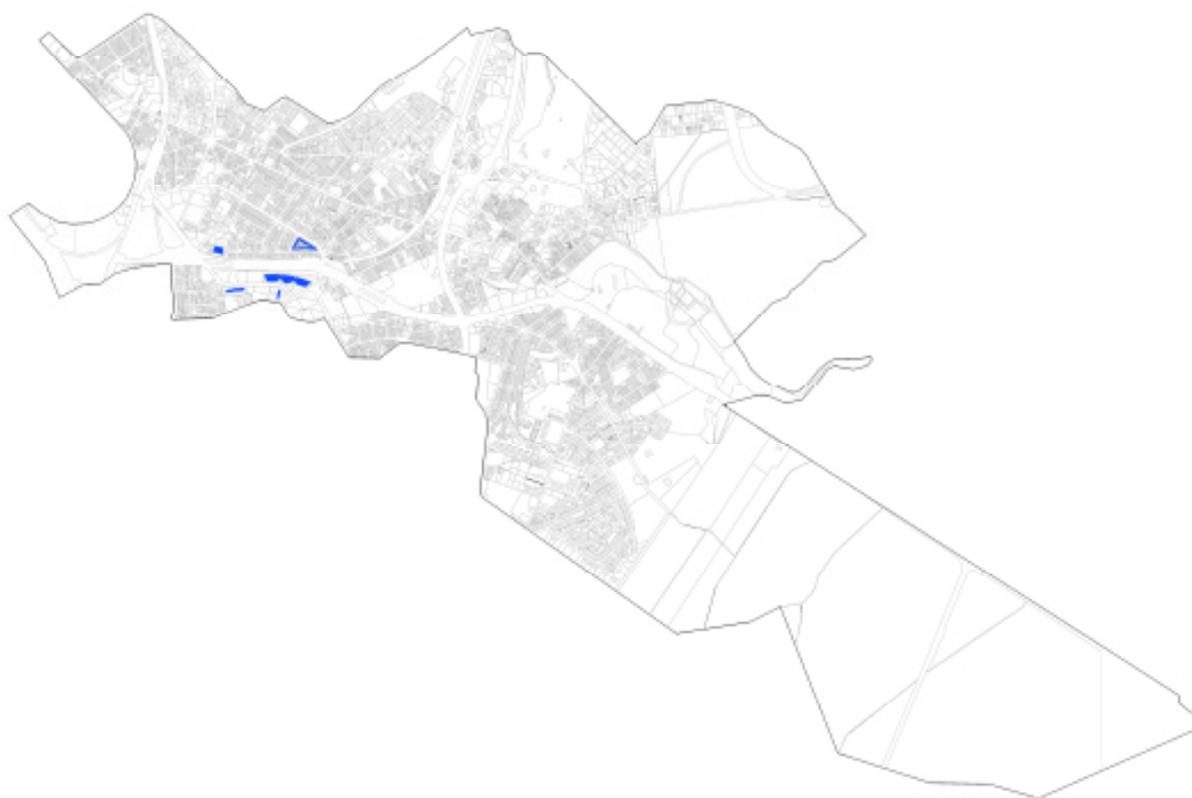
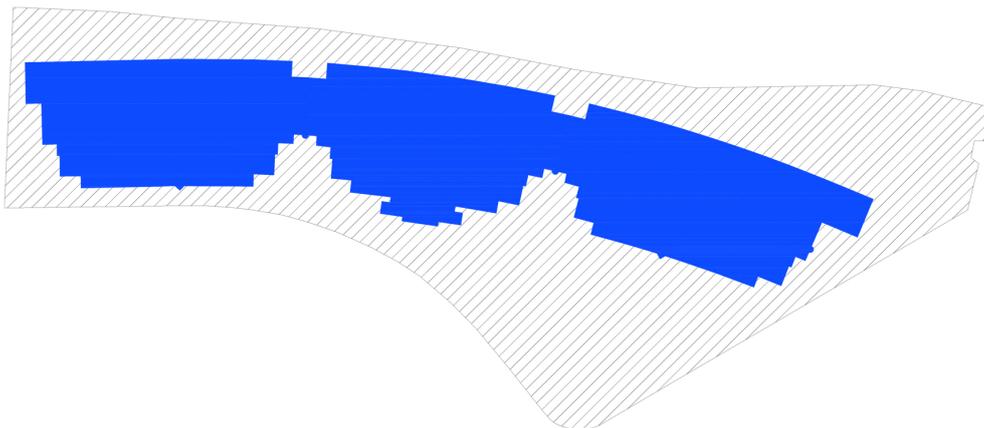


Figure 463: Localisation des bâtiments sur le plan cadastral d'Auderghem  
(réalisée par l'auteur)

Etude de cas : immeuble de bureaux



Date : 1993

Nombre d'étages : 7

Surface rez de chaussée : 7988m<sup>2</sup>

Surface totale : 37000m<sup>2</sup> (Ne prenant pas en compte les sous-sols)

Surface parcellaire : 19197m<sup>2</sup>

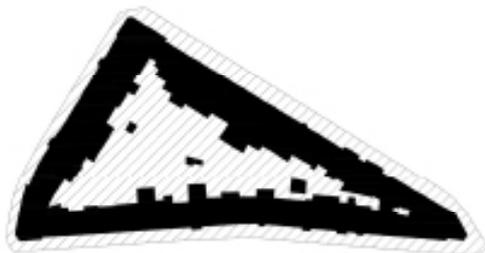
FSI: 1.92

GSI: 0.41

OSR : 0.30



## Ilot d'habitations



Date: inconnue ( début XXeme et 1971)

Nombre d'étages : 3

Surface rez de chaussée : 2922m<sup>2</sup>

Surface totale : 8766m<sup>2</sup>

Surface parcellaire : 5822m<sup>2</sup>

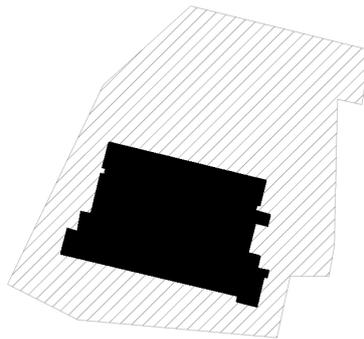
FSI: 1.5

GSI: 0.5

OSR : 0.33



Ecole



Date : inconnue (entre 1977 et 1987)

Nombre d'étages : 3

Surface rez de chaussée : 1834m<sup>2</sup>

Surface totale : 5502m<sup>2</sup>

Surface parcellaire : 6865m<sup>2</sup>

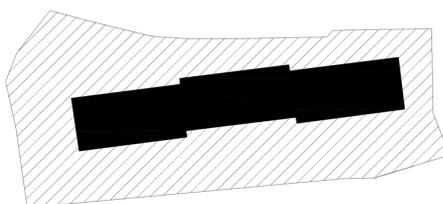
FSI:0.80

GSI: 0.26

OSR : 0.92



## Immeuble de logements



Date : inconnue (entre 1987 et 1996)

Nombre d'étages : 6

Surface rez de chaussée : 1510

Surface totale : 9060m<sup>2</sup>

Surface parcellaire : 5700m<sup>2</sup>

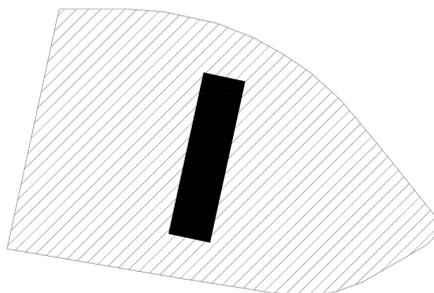
FSI: 1.58

GSI: 0.26

OSR: 0.46



## Tour de logements

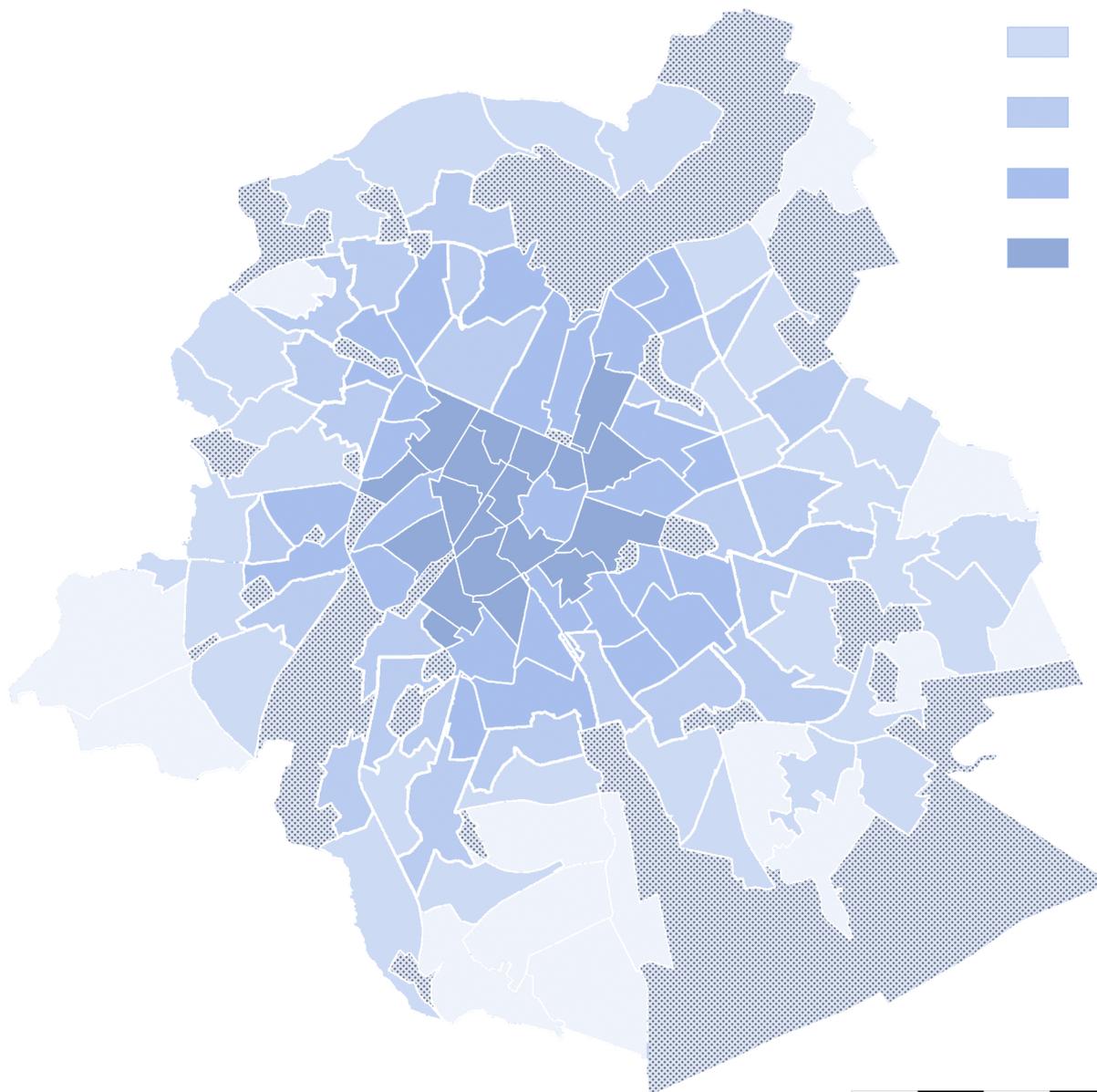
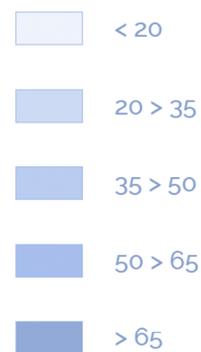


Date: inconnue (entre 1961 et 1971)  
Nombre d'étages : 13  
Surface rez de chaussée : 595.2m<sup>2</sup>  
Surface totale : 7737m<sup>2</sup>  
Surface parcellaire : 7480m<sup>2</sup>

FSI: 1.03  
GSI: 0.07  
OSR: 0.90



## Taux d'occupation du bâti des îlots à l'échelle des quartiers\*



## Position hypothétique du FSI du projet 1.92

Bruxelles



\*Taux d'occupation du bâti des îlots à l'échelle des quartiers  
Surface au sol des bâtiments (m<sup>2</sup>) / surface des îlots (m<sup>2</sup>)

**Pentagone**

Les échantillons de formes urbaines composent un tissu hétérogène dont les densités sont variables. Au-delà, des valeurs moyennes données par la ville, l'objectif est d'effectuer un comparatif entre les densités de formes concrètes présentées à côté de l'objet d'étude.

Les résultats obtenus grâce aux calculs de FSI, GSI sont disposés dans un graphique (spacematrix) permettant de positionner en ordonnée le FSI et en abscisse le GSI. Les bâtiments dessinent alors dans le graphique les tendances de densité que l'on peut retrouver dans le site.

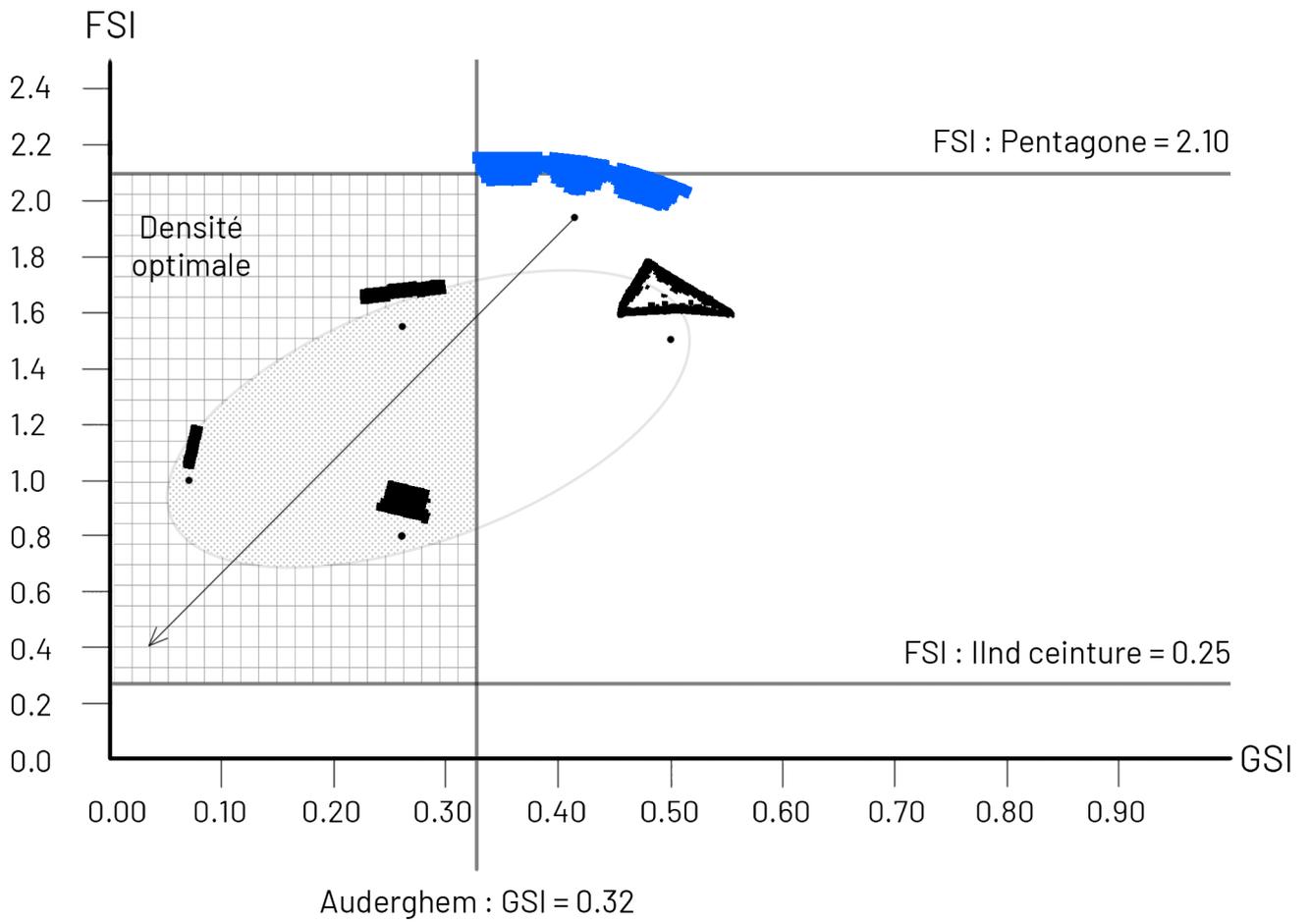
En parallèle, l'ajout des moyennes de FSI du Pentagone, est révélateur d'une concentration bâtie très dense à l'inverse de celle de la seconde ceinture qui est relativement faible au vu du modèle d'étalement urbain. De plus, l'intégration du GSI de la commune d'Auderghem dans lequel se situe les bâtiments, donne une idée des rapports de densités à l'échelle de la ville. Les moyennes démontrent les tendances de densité. À l'échelle du territoire bruxellois. Toutefois, il est aussi important de noter que le FSI le plus élevé est celui du quartier européen avec une valeur proche de 4.

En observant le projet, on peut constater que son GSI se rapproche plus d'une densité présente dans la première ceinture de Bruxelles. De plus, son FSI, reflète davantage le tissu médian présent dans le pentagone.

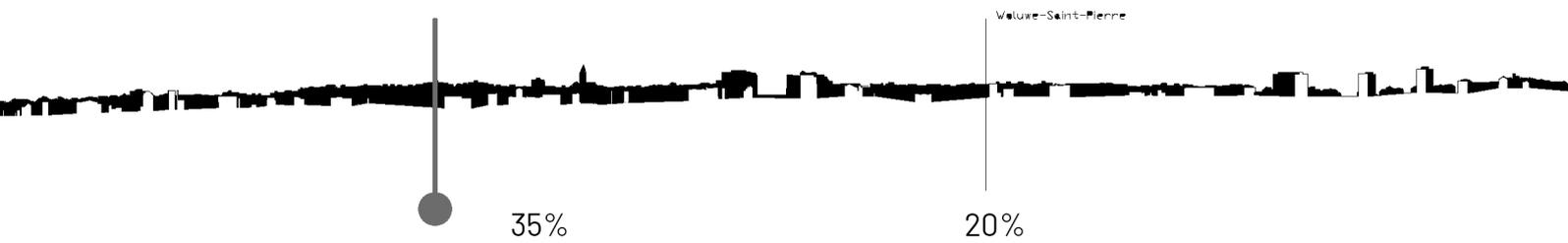


50%

**1ere ceinture**



Position hypothétique du GSI du projet ( 40%)



Le projet a une emprise au sol d'environ 0.41 soit 0.09 de plus que la moyenne dans lequel il se situe. De plus, sa densité FSI de 1.92 est bien supérieure à la densité moyenne de 0.25 de la seconde ceinture. Le bâtiment apparaît alors comme trop dense par rapport à son contexte proche. De plus, le ratio d'espace ouvert (OSR) est relativement faible 0.30, révélateur d'un manque d'espace extérieur disponible pour renforcer la vie du quartier.

Partant de ce constat, on peut établir qu'un processus de dédensification et d'optimisation de l'espace disponible permettrait au projet d'apporter des espaces qualitatifs pour les habitants et de requalifier la dynamique du quartier.

*Note pour les autres échantillons :*

*À l'inverse, la tour de logements (GSI : 0.07), l'immeuble de logements (GSI : 0.26) et l'école (0.26) ont une emprise au sol plus faible que la moyenne d'Auderghem. Dans leur cas, des actions de densification pourraient être utilisées afin d'améliorer d'optimiser le système existant.*

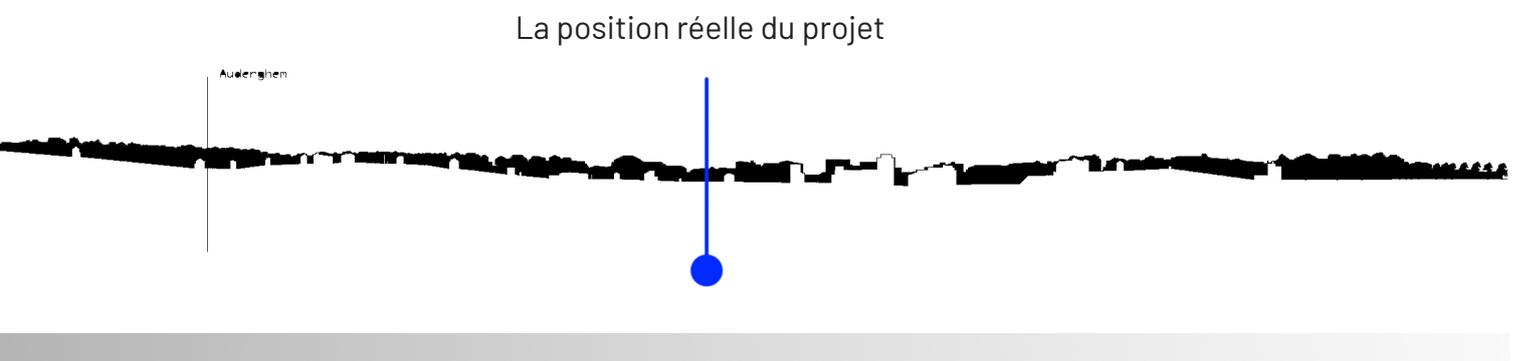


Figure 64 : Etude de densité de l'Espace Beaulieu  
(réalisée par l'auteur)



## 2.2 Manipulation de la densité

L'étude précédente démontre la nécessité de dédensifier le bâtiment existant afin de réguler la densité du parcellaire.

Cet exercice permet une première approche de la recherche autour du projet s'orientant sur l'expérimentation volumétrique du projet ainsi que sur les densités résultantes. L'objectif est de proposer un ensemble de formes et d'apposer une idée théorique du nombre d'habitants et du nombre de logements.

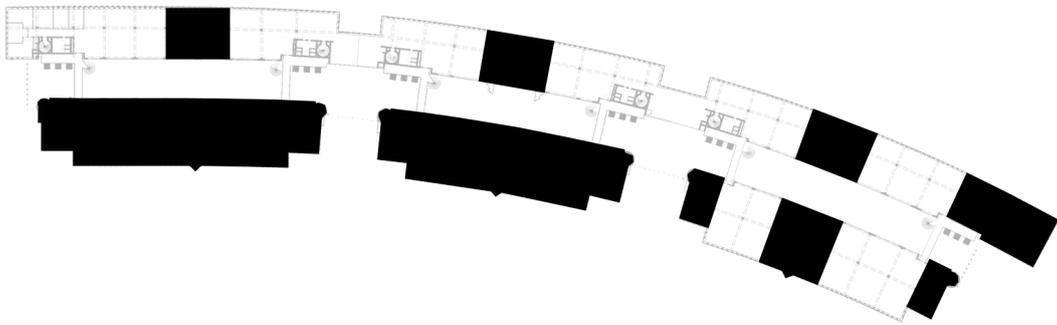
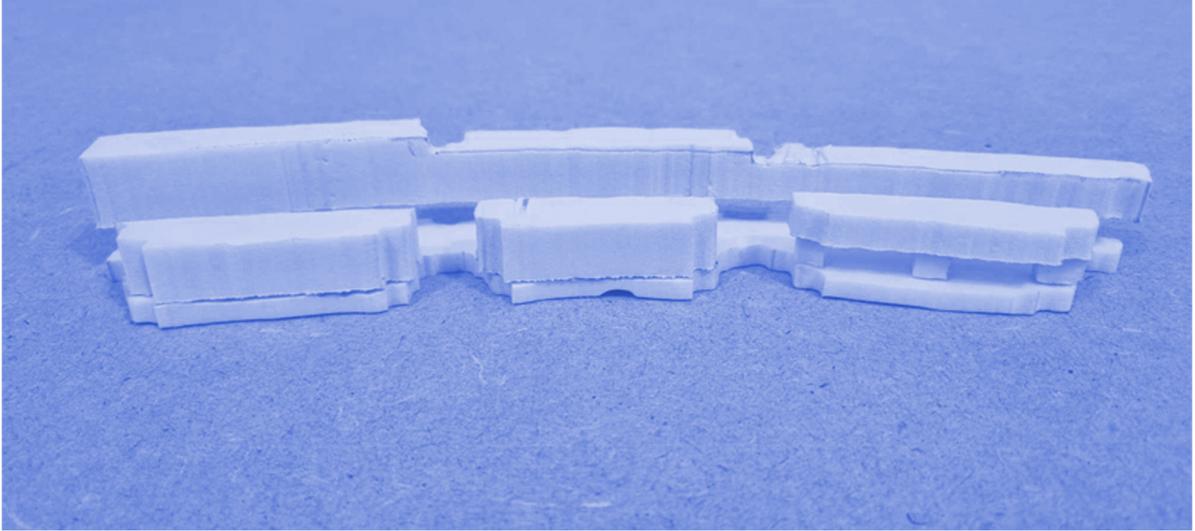
Les hypothèses du nombre de logements et in fine d'habitants seront basées sur une répartition à 50/50 entre logements et d'autres programmes dans le but de promouvoir un espace multifonctionnel.

*Note : Les hypothèses d'habitations seront considérées de la même manière que dans le chapitre 2, avec l'utilisation d'un logement repère de 110 m<sup>2</sup> pouvant accueillir en moyenne 4 personnes.*



Figure 65 : Manipulation en maquette au 1000e  
(réalisée par l'auteur)

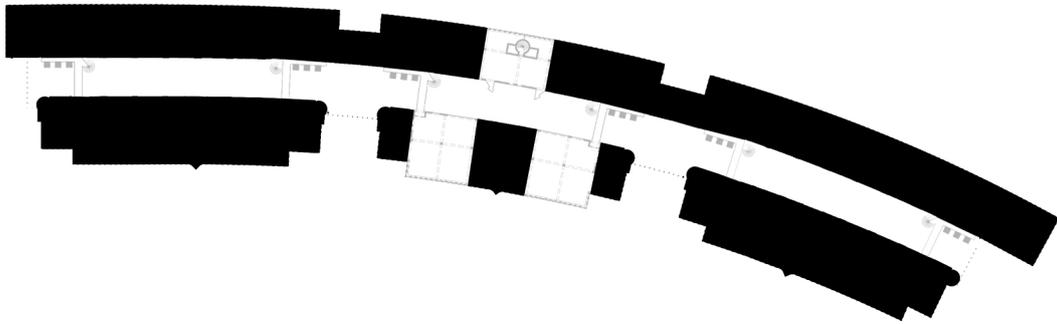
## Expérimentation 1



S RDC : 2288m<sup>2</sup>  
S totale : 33 941m<sup>2</sup>  
S Parcellaire : 19197m<sup>2</sup>  
FSI: 1.75  
GSI: 0.12  
OSR : 0.50  
154 logements  
617 hbts

Figure 66 : Maquette volumétrique n°1 au 1000e et plan de masse du rez-de-chaussée  
(réalisée par l'auteur)

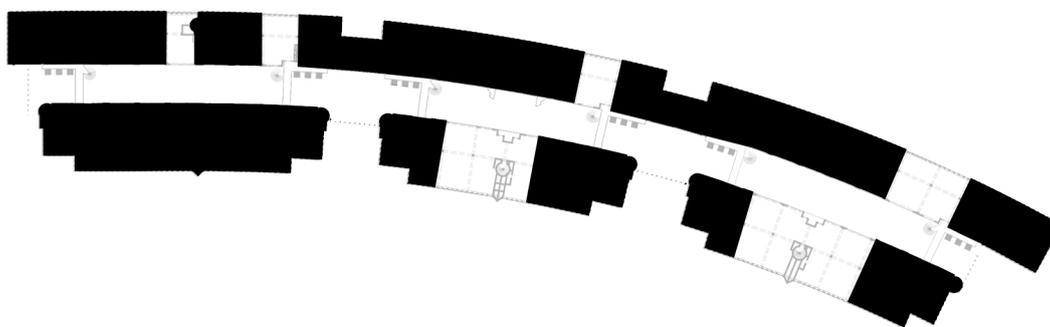
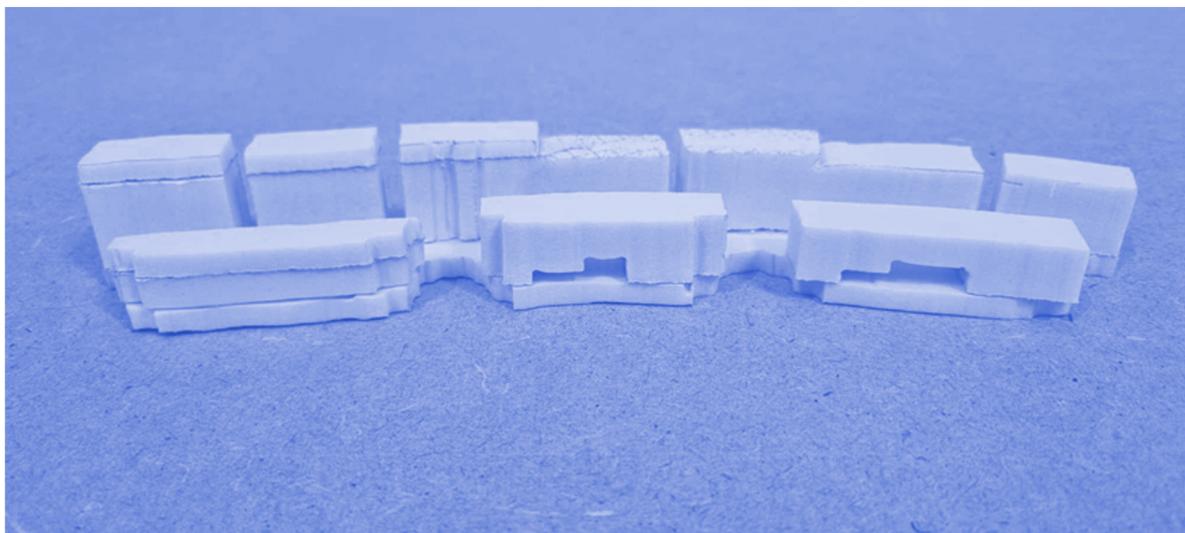
## Expérimentation 2



S RDC : 5379m<sup>2</sup>  
S totale : 37 583m<sup>2</sup>  
S Parcelaire : 19197m<sup>2</sup>  
FSI: 1.95  
GSI: 0.28  
OSR : 0.37  
170 logements  
683 hbts

Figure 67 : Maquette volumétrique n°2 a u 1000e et plan de masse du rez-de-chaussée  
(réalisée par l'auteur)

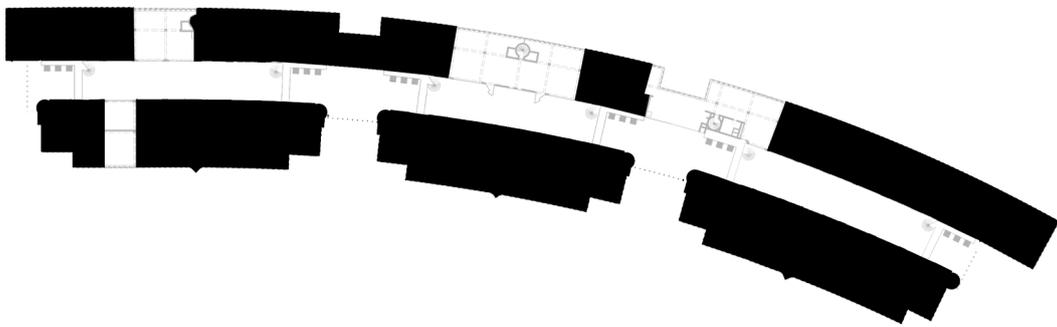
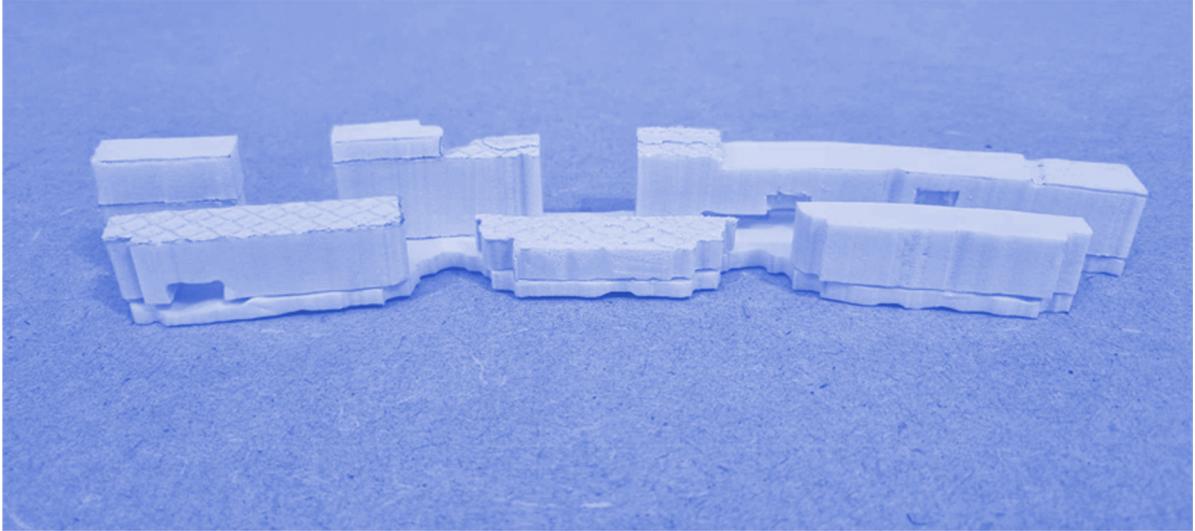
### Expérimentation 3



S RDC : 4536m<sup>2</sup>  
S totale : 36 375m<sup>2</sup>  
S Parcellaire : 19197m<sup>2</sup>  
FSI: 1.89  
GSI: 0.23  
OSR : 0.40  
165 logements  
661 hbts

Figure 68 : Maquette volumétrique n°3 au 1000e et plan de masse du rez-de-chaussée  
(réalisée par l'auteur)

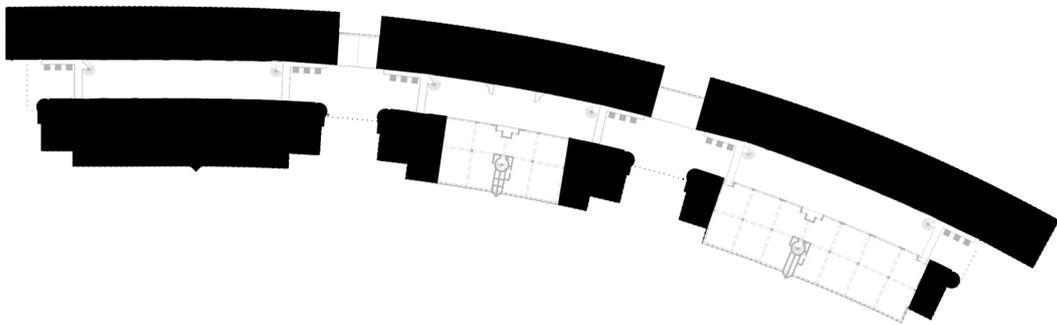
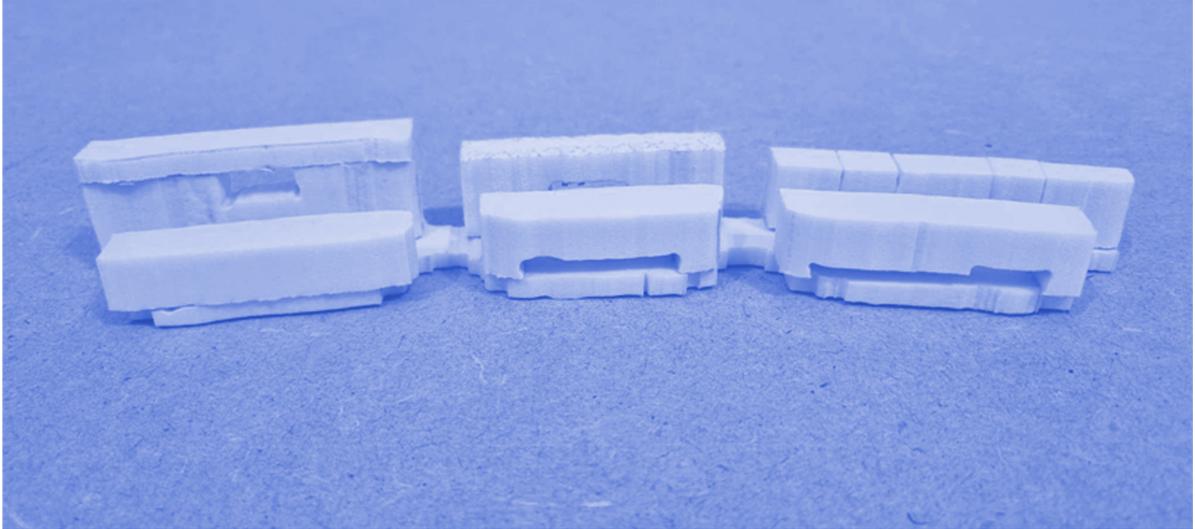
## Expérimentation 4



S RDC : 5135m<sup>2</sup>  
S totale : 36464m<sup>2</sup>  
S Parcelaire : 19197m<sup>2</sup>  
FSI: 1.89  
GSI: 0.26  
OSR : 0.39  
165 logements  
661 hbts

Figure 69 : Maquette volumétrique n°4 au 1000e et plan de masse du rez-de-chaussée  
(réalisée par l'auteur)

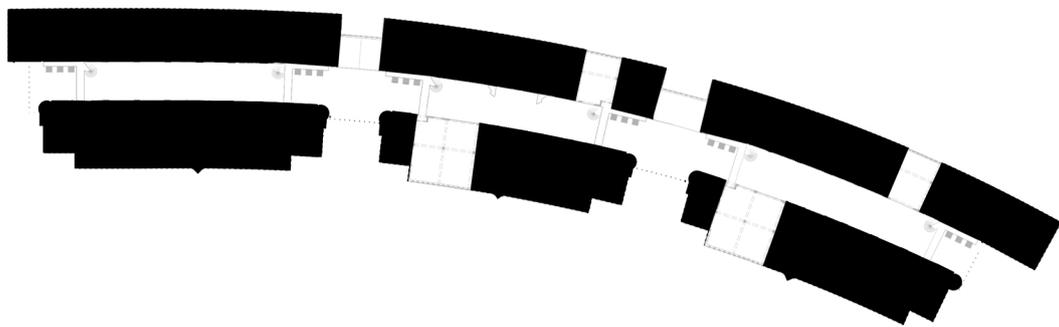
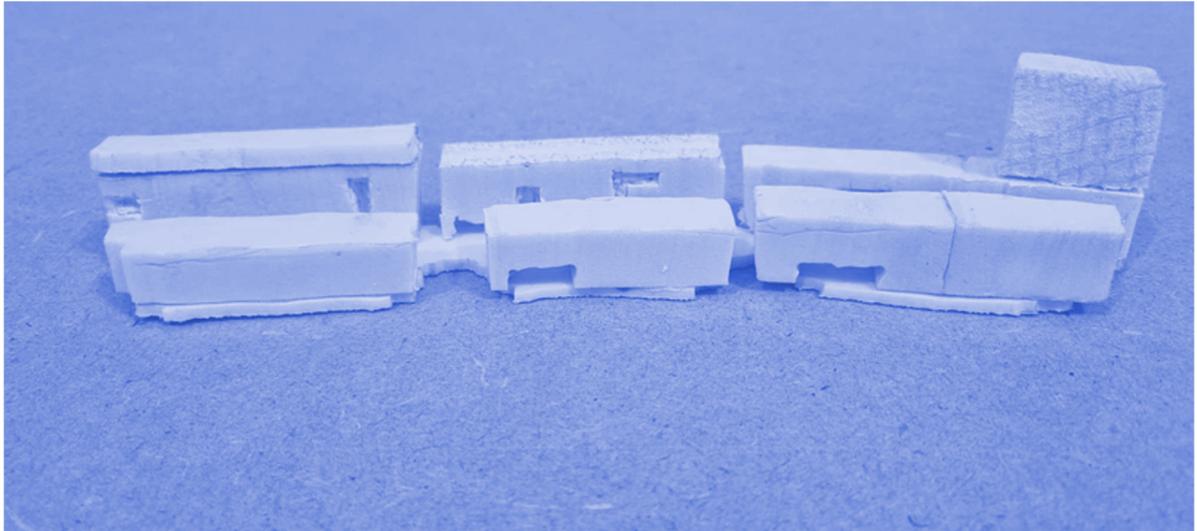
## Expérimentation 5



S RDC : 3670m<sup>2</sup>  
S totale : 34 397m<sup>2</sup>  
S Parcellaire : 19197m<sup>2</sup>  
FSI: 1.79  
GSI: 0.19  
OSR : 0.45  
156 logements  
625 hbts

Figure 70 : Maquette volumétrique n°5 au 1000e et plan de masse du rez-de-chaussée  
(réalisée par l'auteur)

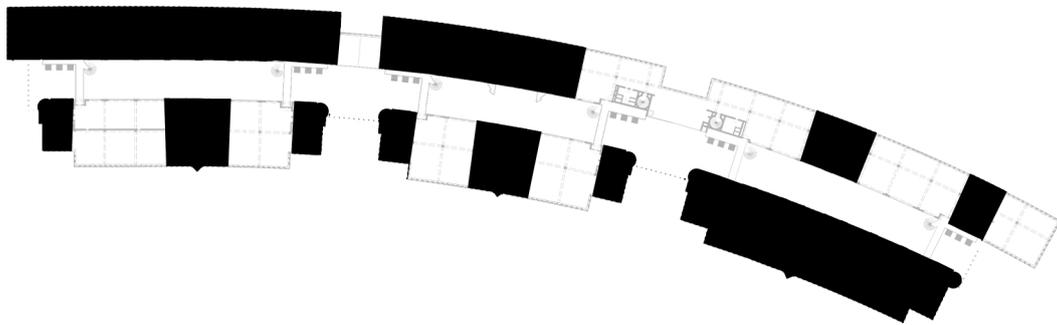
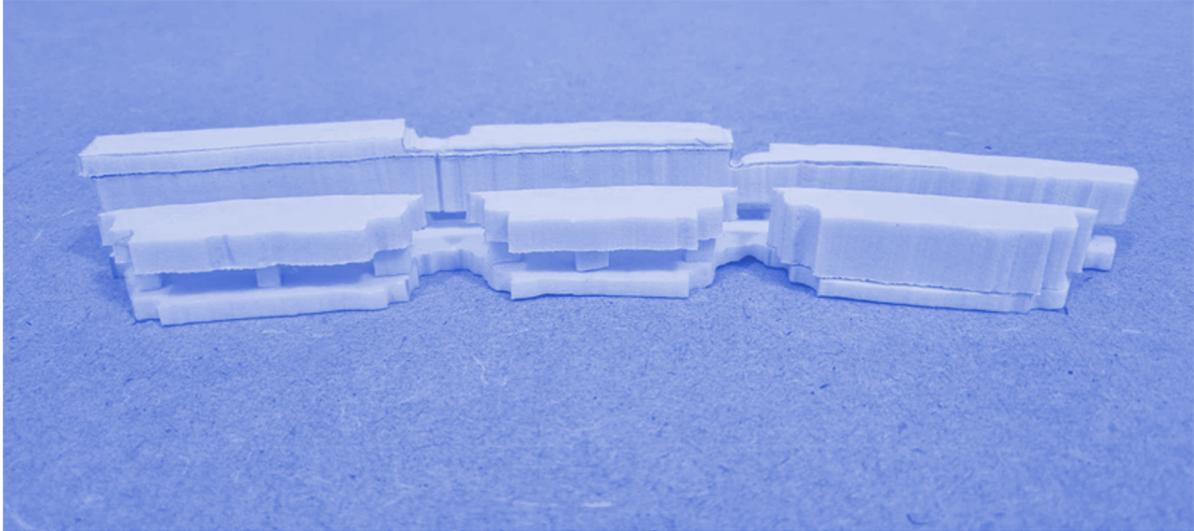
## Expérimentation 6



S RDC : 4799m<sup>2</sup>  
S totale : 40 200m<sup>2</sup>  
S Parcellaire : 19197m<sup>2</sup>  
FSI: 2.09  
GSI: 0.24  
OSR : 0.36  
182 logements  
730 hbts

Figure 71 : Maquette volumétrique n°6 au 1000e et plan de masse du rez-de-chaussée  
(réalisé par l'auteur)

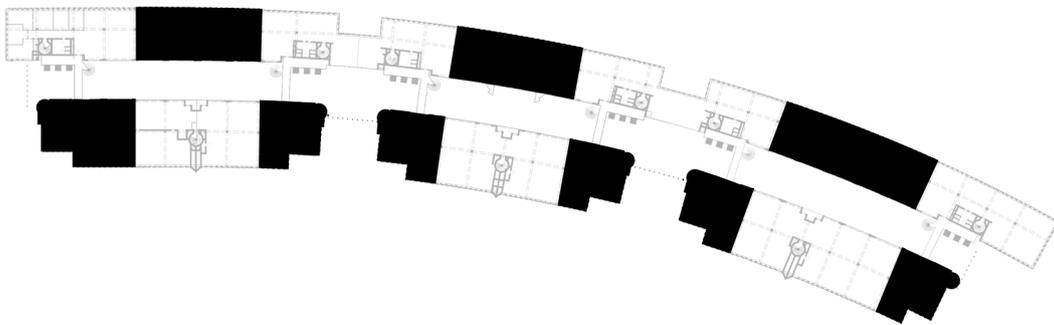
## Expérimentation 7



S RDC : 3583m<sup>2</sup>  
S totale : 33 904m<sup>2</sup>  
S Parcellaire : 19197m<sup>2</sup>  
FSI: 1.76  
GSI: 0.18  
OSR : 0.46  
154 logements  
617 hbts

Figure 72 : Maquette volumétrique n°7 au 1000e et plan de masse du rez-de-chaussée  
(réalisée par l'auteur)

## Expérimentation 8



S RDC : 1704m<sup>2</sup>  
S totale : 12 772m<sup>2</sup>  
S Parcellaire : 19197m<sup>2</sup>  
FSI: 0.66  
GSI: 0.08  
OSR : 1.39  
116 logements  
464 hbts

Figure 73 : Maquette volumétrique n°8 au 1000e et plan de masse du rez-de-chaussée  
(réalisée par l'auteur)

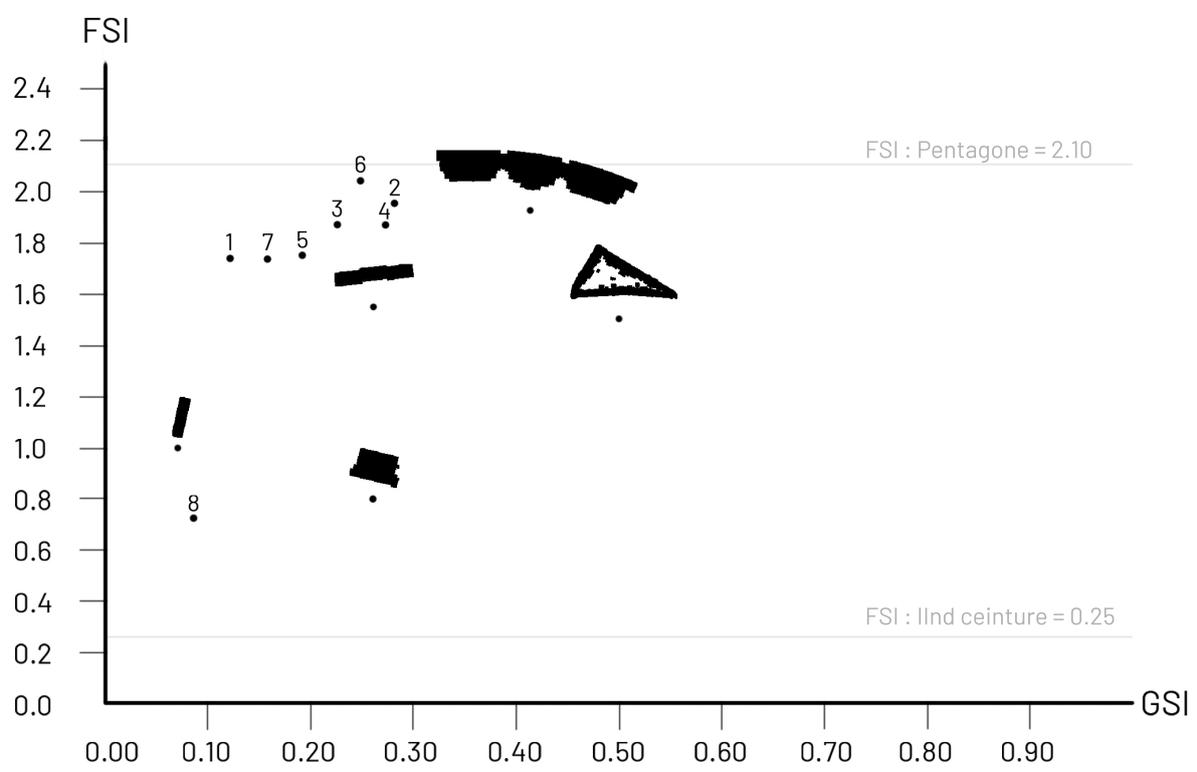


Figure 74 : Matrice spatiale  
(réalisée par l'auteur)

## 2.3 Synthèse

Les valeurs assemblées dans le graphique rendent compte des impacts morphologiques sur la densité initiale, tandis que le nombre d'unités d'habitations sert à rendre compte d'un minima d'appartements transposables au projet. En effet, une diversification dans l'offre de logement invite à une population mixte pouvant accueillir aussi bien des personnes seules que des familles. Les données montrent davantage une moyenne de 158 logements de 110 m<sup>2</sup> et d'environ 632 habitants (ces données seront comparées avec les résultats obtenus avec le projet final) pour un usage à 50/50 fait par des unités d'habitations.

La manipulation de la forme existante laisse entrevoir des possibilités parfois utopiques remettant en question la densité présente sur le projet.

La matrice révèle les intentions de dédensification permettant au bâtiment d'accéder à une densité plus faible. La recherche de réduction s'inscrit dans la volonté de proposer des espaces qualitatifs lumineux et spacieux tout en créant des porosités visuelles, gage de qualité pour les occupants. Agir sur la forme du projet en pratiquant des découpes à des endroits précis notamment au niveau du rez-de-chaussée laisse place à un apport en lumières naturelles plus conséquent.

Les prochaines pages viseront à définir les grandes intentions du projet de reconversion de l'Espace Beaulieu. De plus, nous analyserons la densité obtenue et nous la comparerons avec les résultats des expérimentations volumétriques précédemment calculés.

Note : Les leçons retenues de cet exercice sont :

- Savoir où l'extraction de matière est la plus judicieuse
- Démolir par nécessité
- Augmenter la végétation en pleine terre sur le site
- Mettre en place un ensemble de logements aux typologies variées
- Observer les lumières
- Modification possible du socle permettant de remettre en question le rapport au site

Note : Les prochaines pages proposeront un échantillon de la production de projet.  
L'ensemble du projet sera ajouté par la suite à ce TFE.

### 3.1 L'espace Beaulieu au cœur d'un remaniement urbain

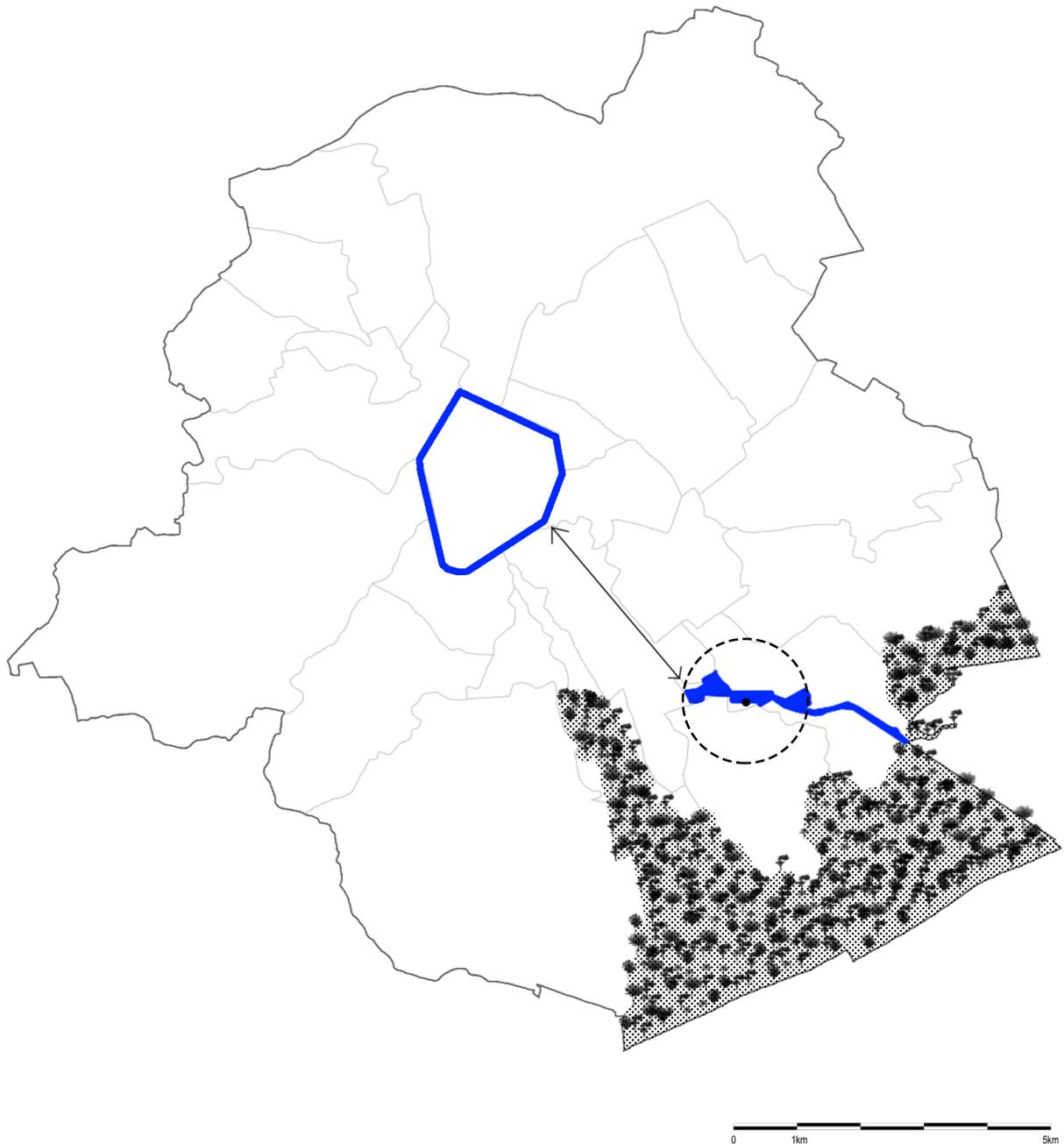


Figure 75 : Emprise du PAD «Hermann-Debroux»  
(réalisée par l'auteur)

Le plan d'aménagement directeur « Hermann-Debroux » propose une refonte de l'entrée sud de la ville en transformant l'axe autoroutier en boulevard urbain. La mobilité active, la création de nouveaux espaces publics et la densification végétale sont les objectifs visant à transposer le site dans un futur où la voiture individuelle sera accompagnée d'une échelle de mobilité plus humaine.

Le projet participera également à améliorer les connexions entre des espaces denses comme le centre-ville avec des espaces végétalisés comme la Forêt de Soignes. Dans le futur, la ville continuera de repenser ses mobilités douces et de relier les espaces entre-eux.

Densifier l'accessibilité des habitants à des typologies d'espaces variées contribue à améliorer la qualité de vie et à renouer des liens de proximité dans un territoire aussi vaste que Bruxelles.

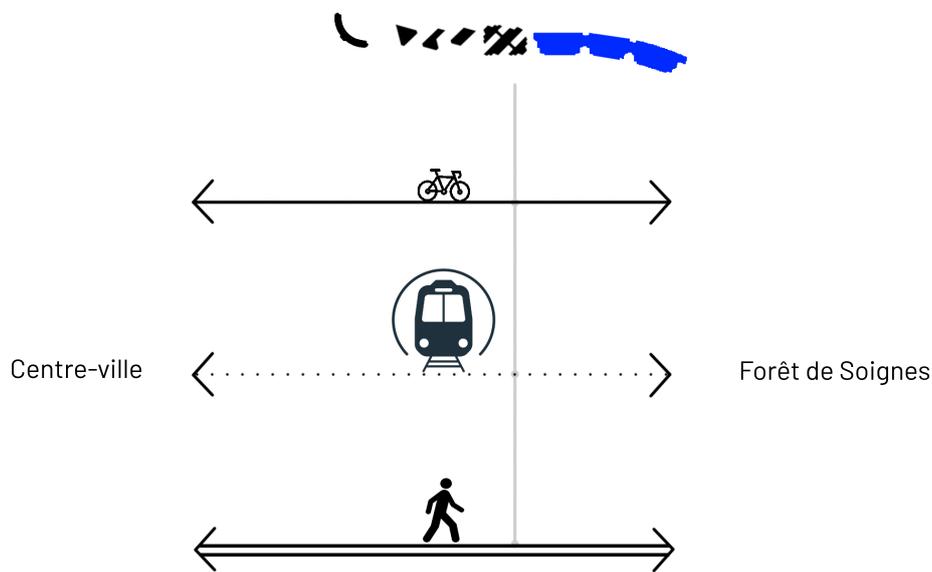
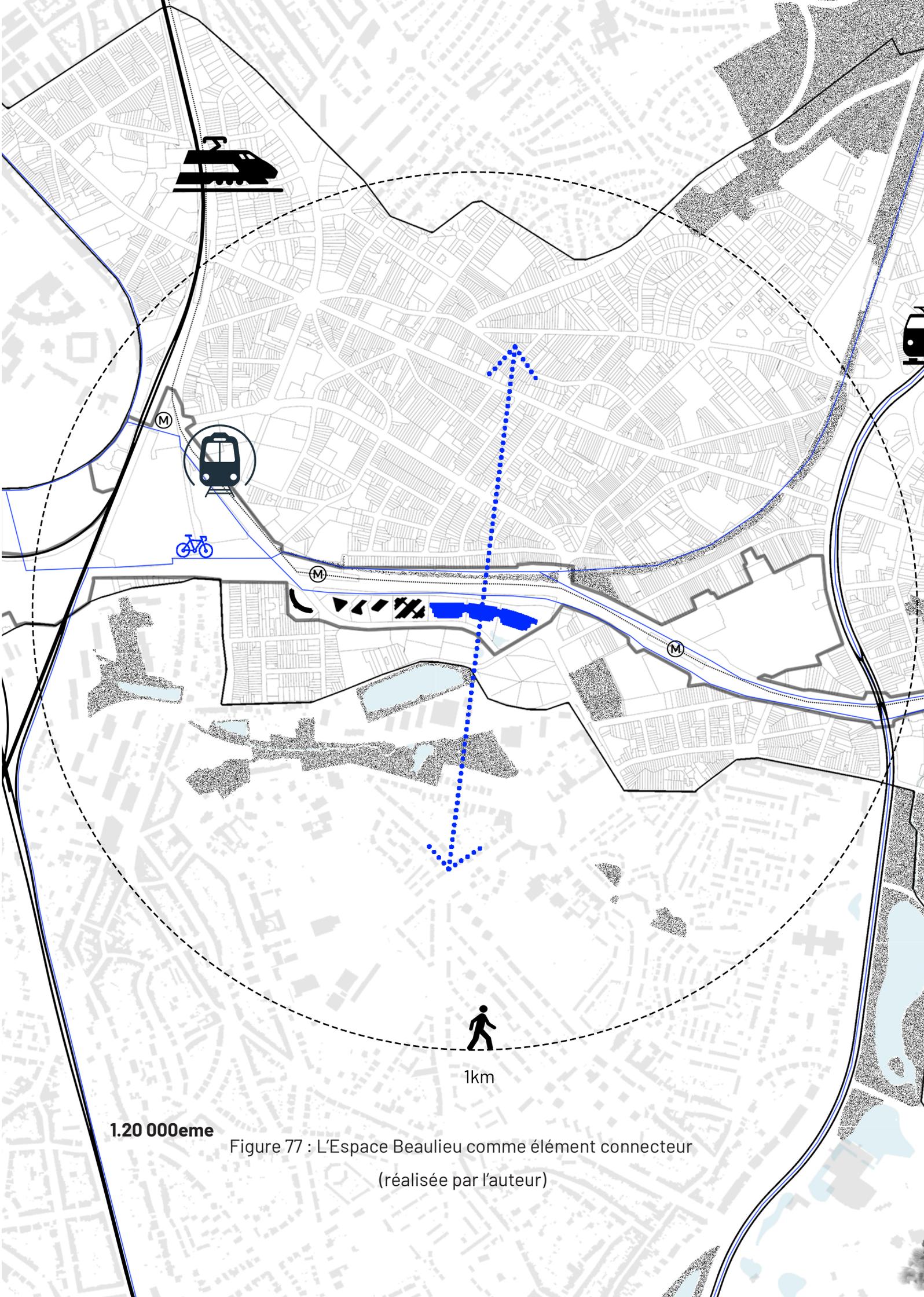


Figure 76 : Mobilités alternatives reliant le centre-ville avec la Forêt de Soignes  
(réalisée par l'auteur)



1.20 000eme

Figure 77 : L'Espace Beaulieu comme élément connecteur  
(réalisée par l'auteur)



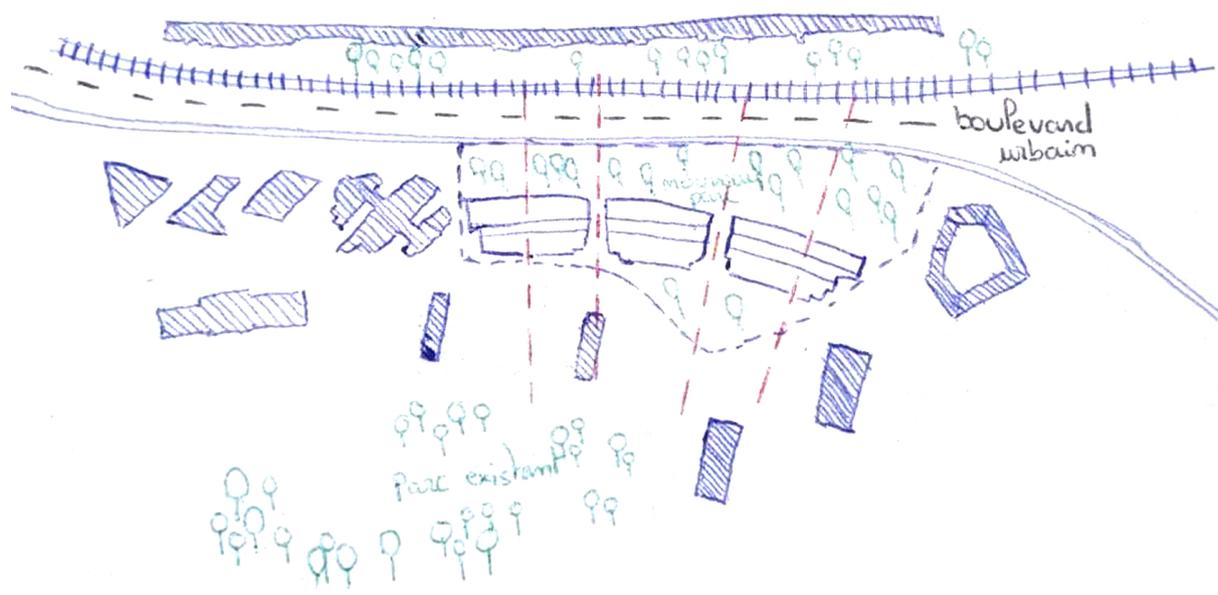


Figure 78 : Croquis du site modifié  
(réalisée par l'auteur)

Le nouveau boulevard viendrait abaisser la topographie actuelle de l'autoroute pour se rattacher aux niveaux des bâtiments existants. Toutefois, la hauteur de la ligne de métro devrait être conservée. Ainsi, la portion de route qui sera démolie entre le métro et les habitations, se verrait transformée en de nouveaux espaces publics (plaine de jeux, équipements sportifs, etc...).

Le long de l'Espace Beaulieu et des autres immeubles de bureaux, le boulevard viendra recréer une piste cyclable. Ainsi, le projet, qui aujourd'hui se détourne de son environnement, va devoir être repensé pour créer davantage de lien entre les espaces. Le bâtiment offre la possibilité d'accueillir des porosités piétonnes et cyclables afin de lier les usages du nouveau boulevard avec le parc de la héronnière et la commune de Watermael-Boitsfort

Pour s'inscrire dans le futur du quartier, le projet doit repenser ses fonctions et développer une mixité programmatique permettant d'enrichir la qualité de vie dans le secteur. De plus, sa position stratégique entre les espaces de circulations et le parc du quartier fait du projet un espace pivot offrant la possibilité d'effectuer des connexions entre les usagers utilisant les nouveaux modes actifs et les aménagements paysagers existants et futurs. Ainsi, des percées au travers du projet seront intégrées afin d'enrichir le site en interactions sociales.



Figure 79 : Croquis du projet : porosité piétonne  
(réalisée par l'auteur)

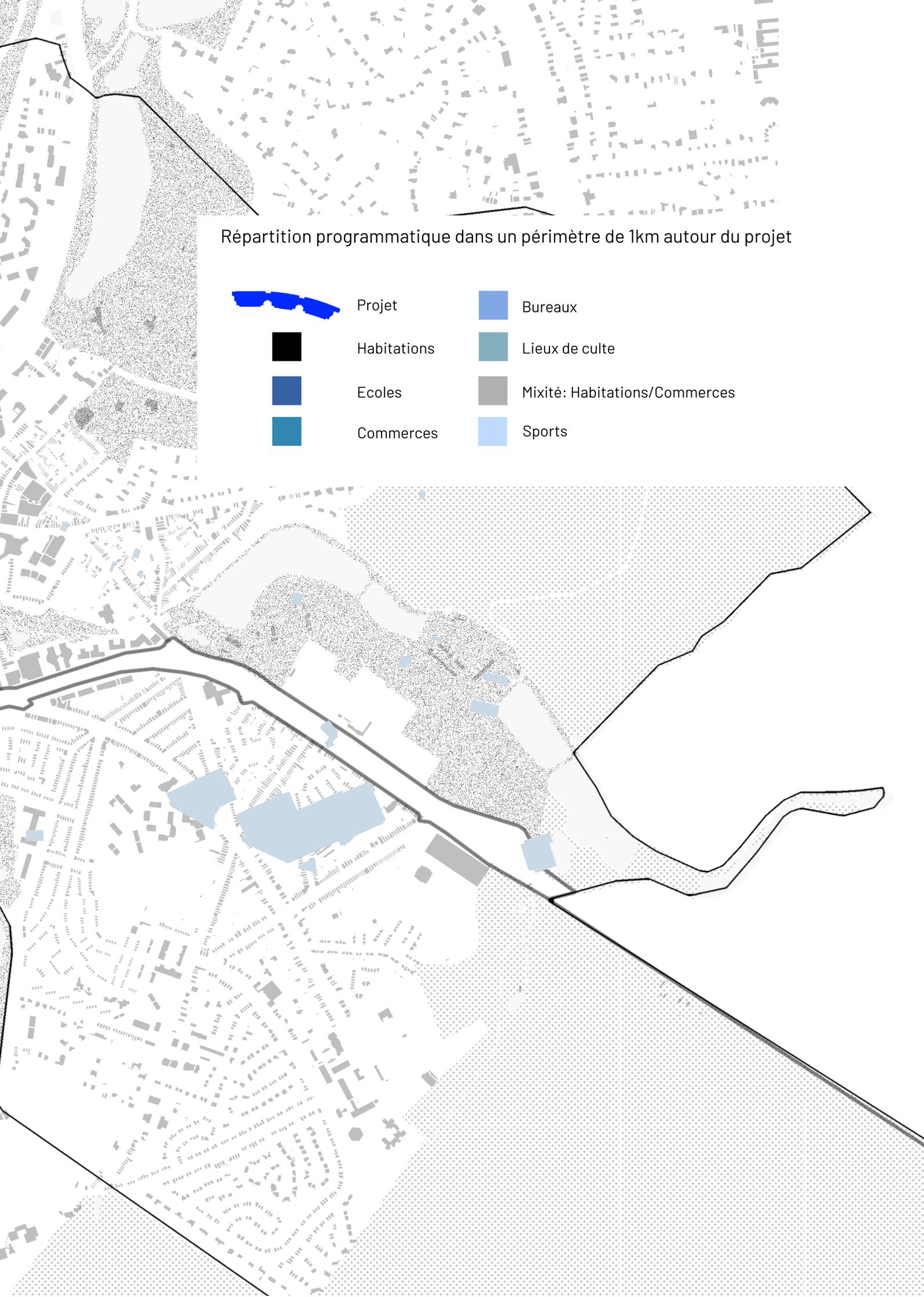
### 3.2 L'Espace Beaulieu, vers une mixité programmatique



1.20 000eme

Figure 80 : L'Espace Beaulieu comme élément connecteur  
(réalisée par l'auteur)

# Répartition programmatique dans un périmètre de 1km autour du projet



Les espaces mono-fonctionnels ont montré leurs limites dans leur viabilité. Pour prendre l'exemple du quartier Nord de Bruxelles, on se rend compte que la vie du quartier après les heures de bureau est quasiment inexistante, notamment à cause, d'une omniprésence d'immeubles de bureaux. La densification d'une mixité programmatique est l'une des réponses favorisant la dynamique d'un quartier. A Auderghem, la présence de l'îlot d'immeubles de bureaux, dont fait parti l'Espace Beaulieu, marque une rupture physique dans le tissu urbain. Le site doit être repensé pour s'accorder davantage à son environnement. Dans la page précédente, nous avons exprimé l'importance de créer des porosités piétonnes au sein du bâtiment. Ici, la mixité programmatique va nous permettre de modifier la logique d'usage du projet en implémentant des fonctions diverses. Ce mélange de fonction donnera un second souffle au bâti qui accueillera une dynamique d'usage.

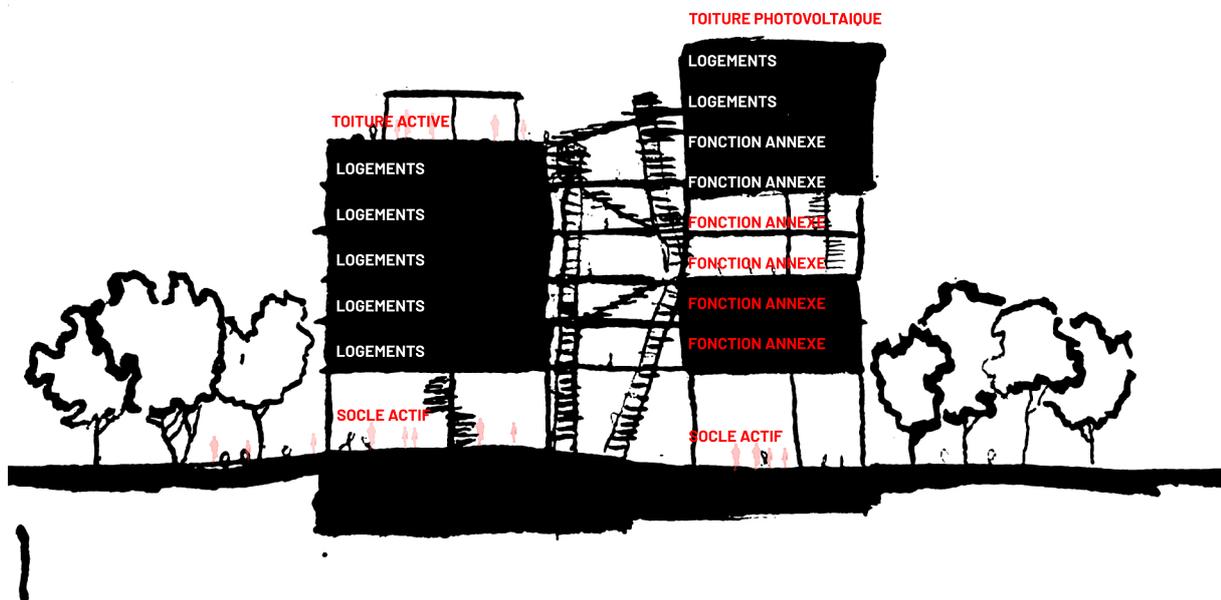
En outre mesure, Eran Chan, architecte (webinaire organisé par perspective brussels le 27.04.21) explique que « ce sont les espaces de rez-de-chaussée bâtis ou non qui permettent de maximiser les échanges et les rencontres ». En effet, bien que l'activation du socle par des fonctions publiques ou semi-publiques revêt d'un intérêt tout particulier pour la vie du quartier, il ne faut pas négliger les vides qui autorisent une libre interprétation de l'usage par les habitants.

Le socle qui accueillera un usage davantage tourné vers la vie du quartier se voit complété par une toiture habitable réservée aux habitants. Ces toitures serviront dès lors à accueillir un ensemble d'espaces communs comme des cuisines partagées ou des jardins partagés. Pour ce faire le niveau du dernier étage sera évidé facilitant la mise en place du système mais permettant également un plus grand apport de lumière dans les parties inférieures. De plus, ce nouveau vide laissera aux habitants ,des deux derniers étages de la partie nord, une vue complète sur le paysage.

La proposition des propriétaires énoncée dans le cahier des charges est d'accéder à l'élaboration d'environ 31 000 m<sup>2</sup> de logement et 8000 m<sup>2</sup> maximum d'espace de bureau. Toutefois, le bâtiment ne devrait pas se limiter à l'unique croisement entre des habitations et des bureaux. En effet, la façade nord ne reçoit pas une lumière naturelle satisfaisante pour abriter des logements et les vues créées pour les habitants s'orientent

en grande partie vers le reste du bâti. En ce sens, il serait davantage pertinent d'introduire des fonctions comme une école, des commerces ou encore une bibliothèque pour améliorer la dynamique d'activité du site.

De plus, positionner les logements sur le côté sud ainsi que sur les derniers niveaux du côté nord autorise des connexions visuelles entre les habitants et le contexte, tout en améliorant la prise de lumière naturelle.



Note : La fonction annexe englobe les différents programmes mis en place dans le projet : école, bureaux et bibliothèque.

Figure 81: Répartition programmatique  
(réalisée par l'auteur)

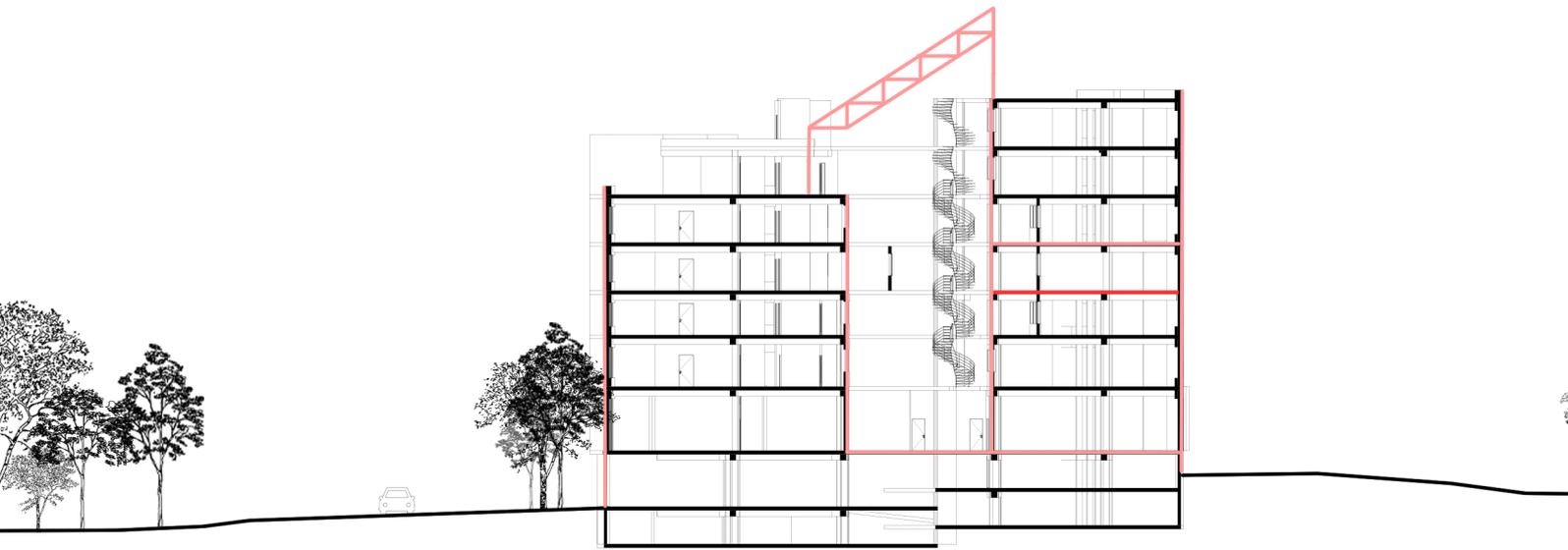


Figure 82 : Etat initial  
(réalisée par l'auteur)

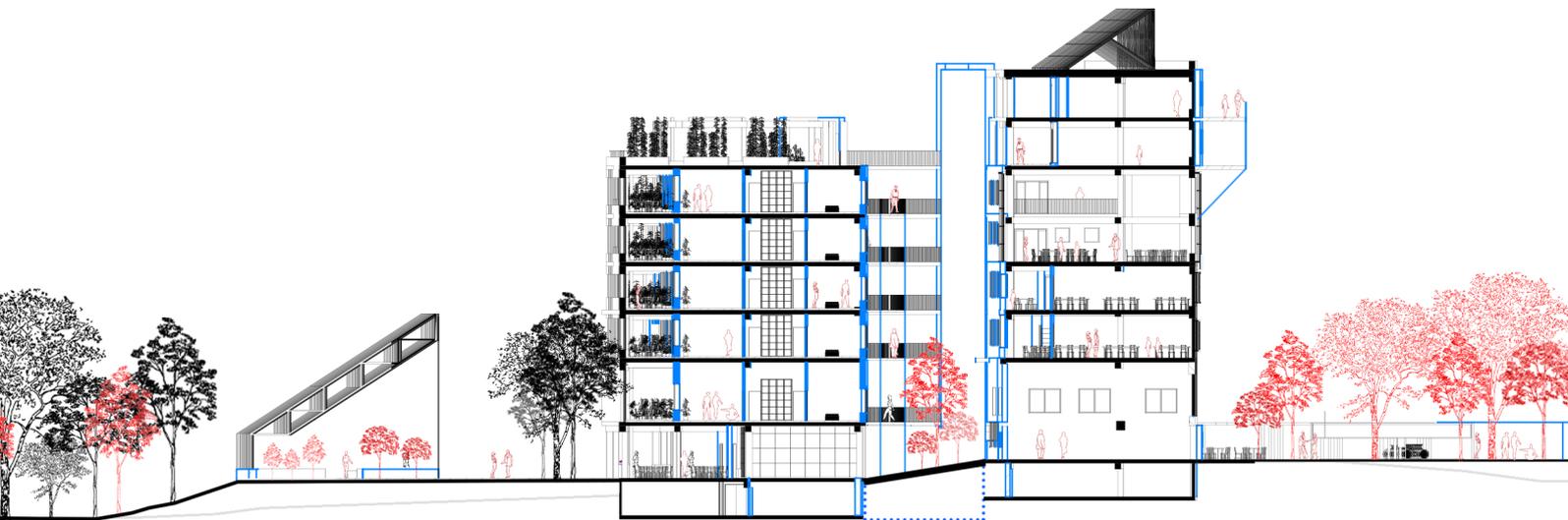
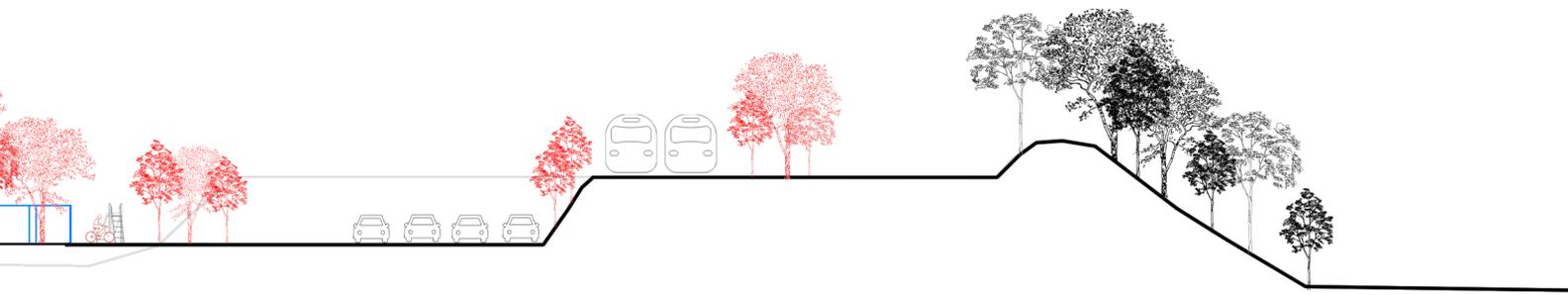
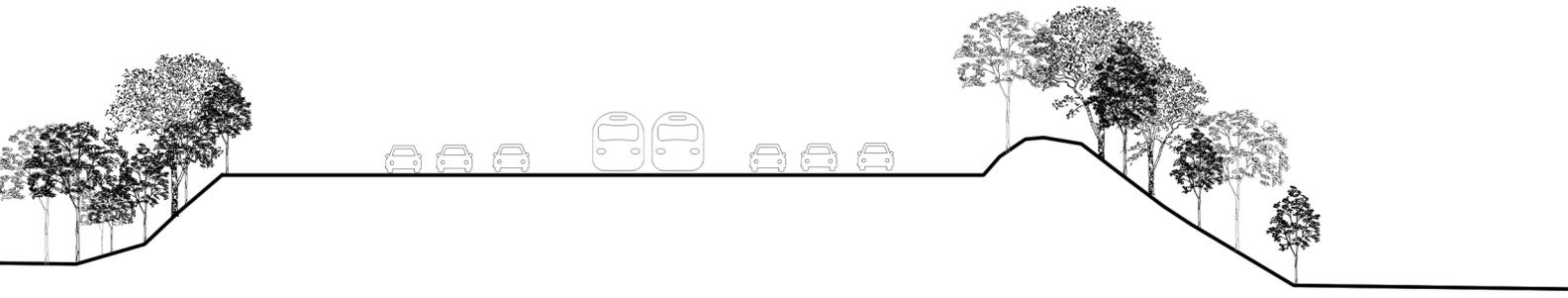


Figure 83 :Etat projeté  
(réalisée par l'auteur)



Les coupes précédentes révèlent les modifications majeures apportées au projet. Dans un premier temps, la façade sud est déplacée pour créer des espaces extérieurs pour les différents logements. Quant à la façade nord, le mur-rideau existant sera remplacé par un nouveau mur rideau plus performant et intégrant de nouveaux ouvrants permettant aux fonctions comme l'école de toujours avoir une connexion visuelle avec l'extérieur et de maximiser l'apport d'énergie lumineuse naturelle.

La coupe représente également la modification du rapport avec son contexte. Comme nous l'avons vu précédemment, le nouveau boulevard urbain va requestionner le relief existant et transposer le R-1 du projet dans une perspective. En effet, le rez-de-chaussée actuel se situe en surplomb du contexte tandis que le R-1 ne dispose pas d'ouverture sur son site. La modification du relief tend supprimer le plancher du rez-de-chaussée existant et de transformer le R-1 en nouvelle entrée. Le bâtiment se rattache désormais à son contexte.

D'autre part, l'espace de l'atrium est requestionné. Dans la recherche de densification de l'espace ouvert et de la végétation, la structure de l'atrium va être supprimée pour recréer un interstice extérieur entre les bâtiments. De plus, une partie des parkings rendus à l'air libre sera démolie pour planter une nouvelle masse végétale.

*Note : La structure de l'atrium sera réemployée in situ pour créer un hall sportif et une serre.*

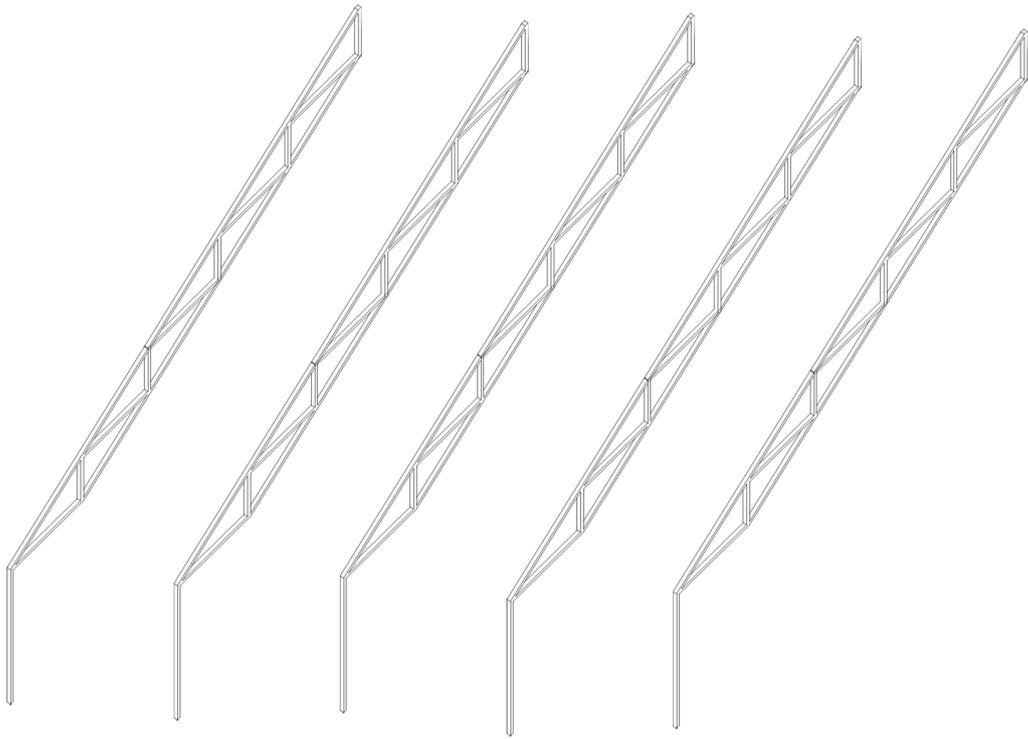


Figure 84 : Eléments structuraux de l'atrium  
(réalisée par l'auteur)

### 3.3 Unités d'habitations

Les plans présents montrent des étages de logements types applicables à l'ensemble des bâtiments constitutifs de l'Espace Beaulieu.



Figure 85 : Plan R+2 (Bâtiment 3)  
(réalisée par l'auteur)

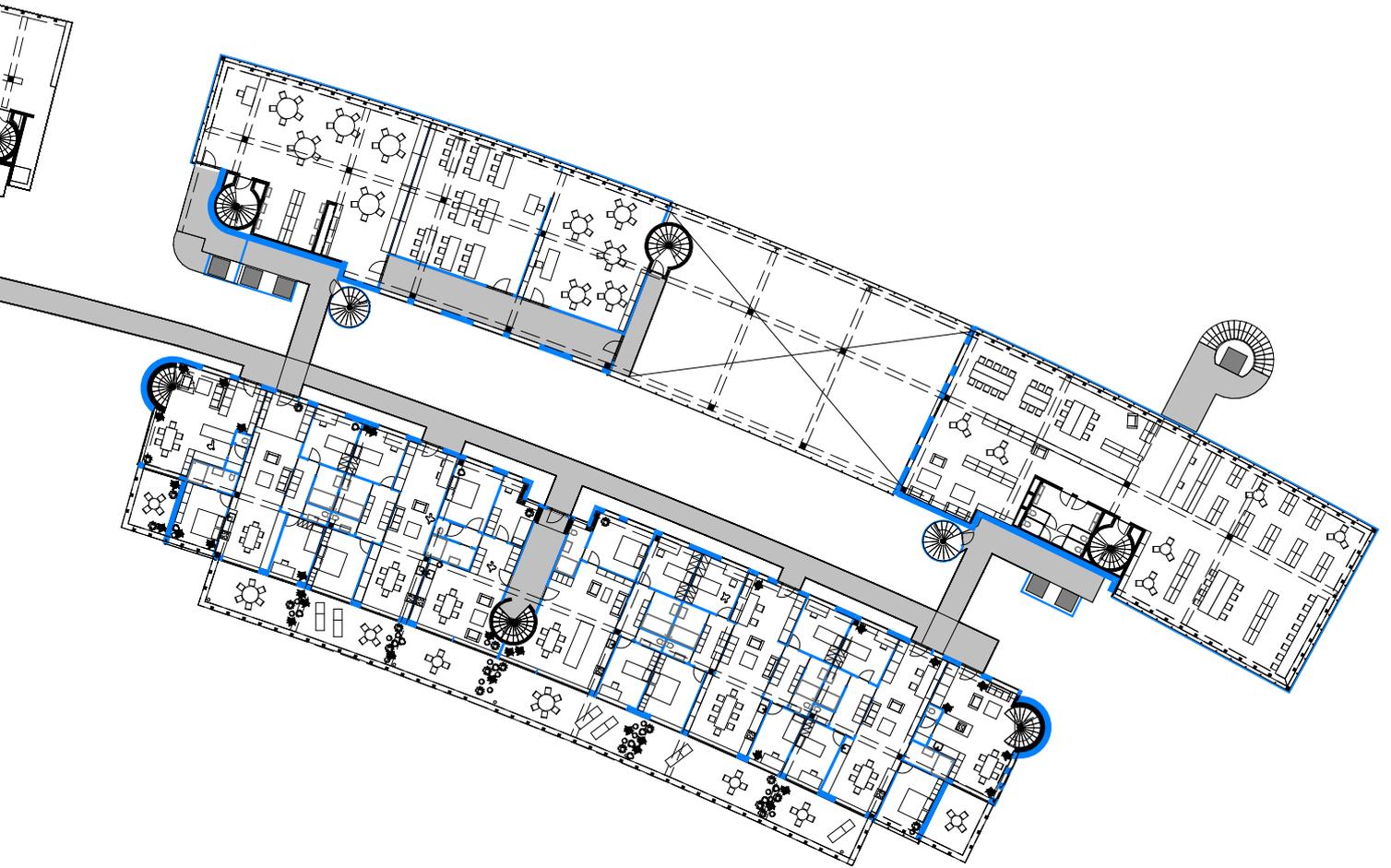


Figure 86 : Plan R+3 (Bâtiment 3)  
(réalisée par l'auteur)

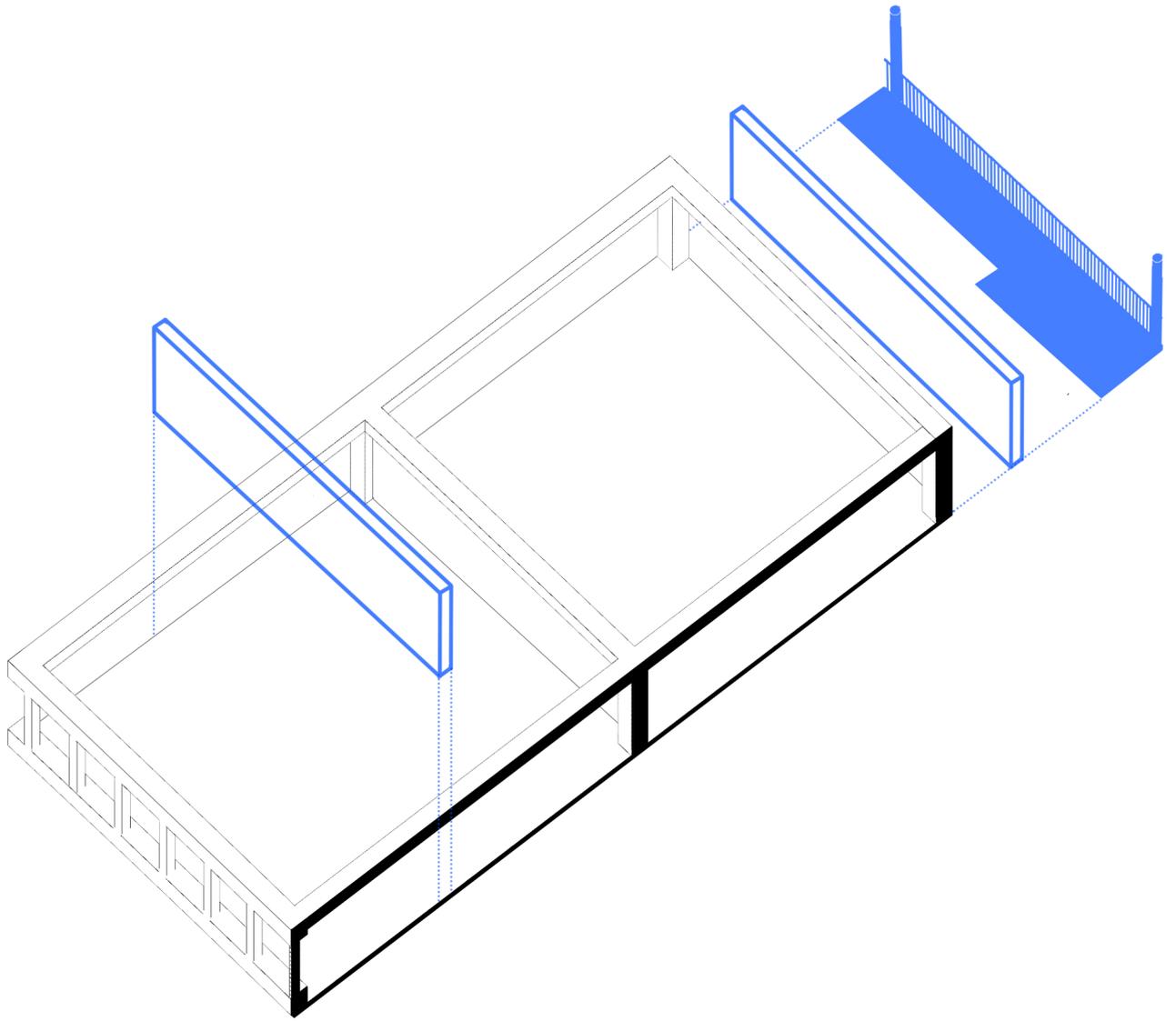


Figure 87 : Ajouts sur l'existant  
(réalisée par l'auteur)

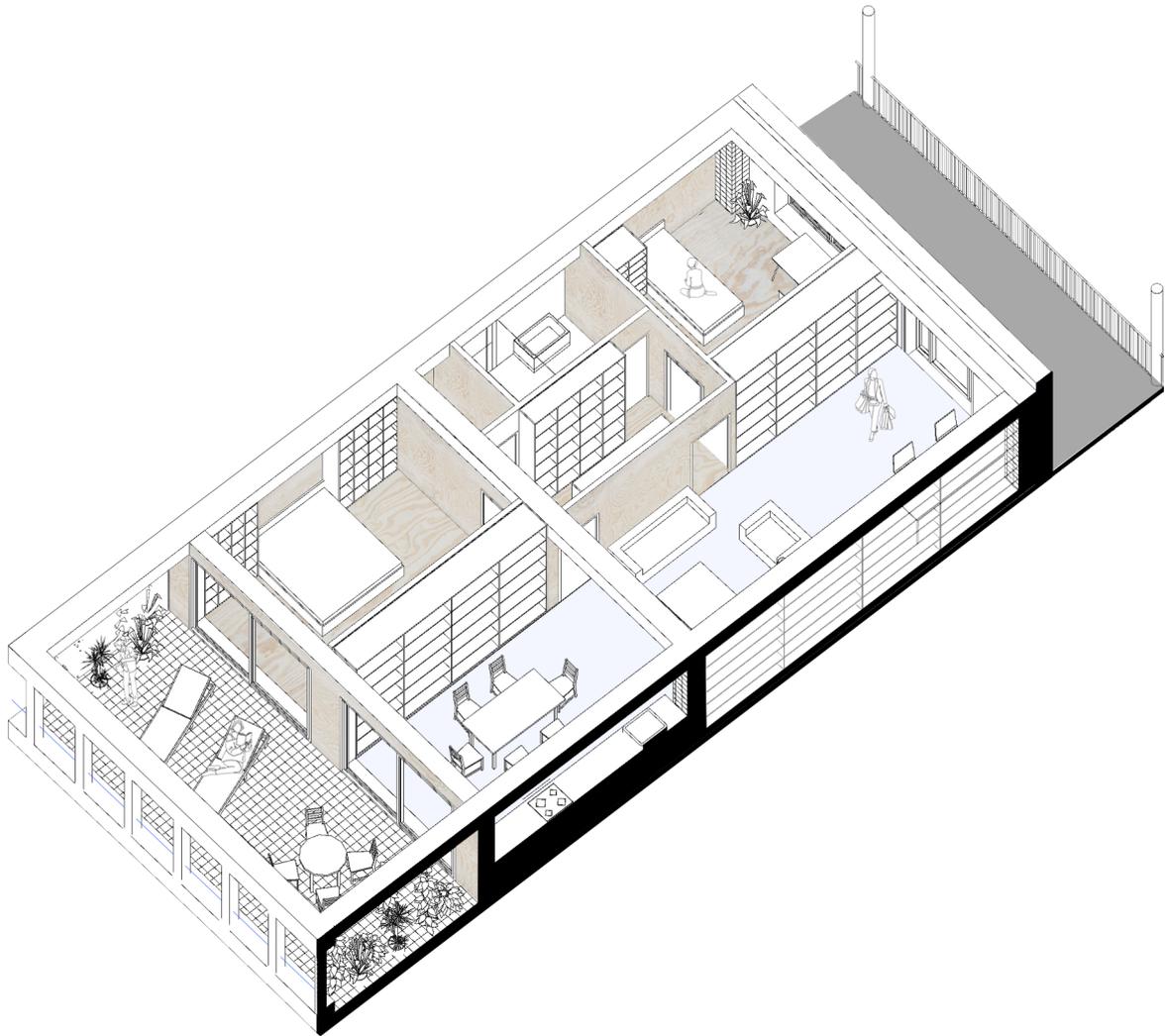


Figure 88 : Fonctionnement d'un logement de 90 m<sup>2</sup> avec 2 chambres  
(réalisée par l'auteur)

### BATIMENT 1

Etage \ Nbre de chambre	Vie collective						
	1 chambre	2 chambres	3 chambres	4 chambres	5 chambres	6 chambres	
R+ 7	∅	∅	4	1	∅	1	
R+ 6	∅	∅	5	1	∅	1	
R+ 5	∅	2	5	1	∅	∅	
R+ 4	∅	4	1	1	∅	∅	
R+ 3	∅	2	5	1	∅	∅	
R+ 2	∅	4	1	1	∅	∅	
R+ 1	2	2	5	1	∅	∅	
	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>7</b>	<b>∅</b>	<b>2</b>	<b>51 logts</b>

### BATIMENT 2

Etage \ Nbre de chambre	Vie collective						
	1 chambre	2 chambres	3 chambres	4 chambres	5 chambres	6 chambres	
R+ 7	∅	∅	2	∅	∅	∅	
R+ 6	∅	∅	3	∅	2	∅	
R+ 5	∅	6	∅	∅	∅	∅	
R+ 4	∅	4	4	∅	∅	∅	
R+ 3	∅	6	∅	∅	∅	∅	
R+ 2	∅	4	4	∅	∅	∅	
R+ 1	2	4	2	∅	∅	∅	
	<b>2</b>	<b>24</b>	<b>15</b>	<b>∅</b>	<b>2</b>	<b>∅</b>	<b>43 logts</b>

### BATIMENT 3

Etage \ Nbre de chambre	Vie collective						
	1 chambre	2 chambres	3 chambres	4 chambres	5 chambres	6 chambres	
R+ 7	∅	1	2	1	∅	∅	
R+ 6	∅	1	3	1	1	1	
R+ 5	∅	2	5	1	∅	∅	
R+ 4	∅	4	1	1	∅	∅	
R+ 3	∅	2	5	1	∅	∅	
R+ 2	∅	4	1	1	∅	∅	
R+ 1	2	2	3	1	∅	∅	
	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>47 logts</b>

Figure 89 : Nombres d'appartements et types au sein du projet  
(réalisée par l'auteur)

Le nombre de logements mis en place dans cette proposition apporte un total de 141 unités d'habitations permettant d'accueillir environ 530 personnes. Ces valeurs se situent en dessous des valeurs obtenues en expérimentant les formes dans les pages précédentes. En comparaison, l'usage de la densité peut nous faire réfléchir de manière pragmatique, notamment en réduisant la dimension des logements proposée, afin de bâtir davantage de logements.

Partant du projet actuel, la situation à Auderghem changerait pour proposer une densité légèrement modifiée. Toutefois, le nombre d'habitants ne représente qu'une partie des nouveaux usagers. Il faudrait effectuer davantage de calcul afin de connaître le nombre d'usagers pratiquant les autres programmes. Une étude des m<sup>2</sup> applicables par personne pour un programme donnerait aussi une ligne directrice quant à l'optimisation de l'espace mise en place.

	Situation existante	Situation projetée
Nombre de logement	17 842	17 983
Nombre d'habitant	35 346	35 876
Densité de population (hbts/km <sup>2</sup> )	3 942	3 972

Figure 90 : Tableau des différences entre la situation existante et projetée  
(réalisée par l'auteur)

Postulant de ce projet, nous pouvons désormais calculer la densité résultante des modifications apportées au bâtiment.

Superficie disponible hors-sol : 33 360 m<sup>2</sup>

Superficie bâtie du rez-de-chaussée : 3150 m<sup>2</sup>

	Formule	Calculs	Résultats
FSI	$\frac{\text{Surfaces des planchers}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{36\,510}{19\,197}$	1.9
GSI	$\frac{\text{Superficie de l'emprise au sol}}{\text{Superficie étudiée}}$	$\frac{3150}{19\,197}$	0.16
OSR	$\frac{1 - \text{GSI}}{\text{FSI}}$	$\frac{1 - 0.16}{1.9}$	0.44

Figure 91 : Tableau des calculs de densité pour la proposition de projet  
(réalisée par l'auteur)

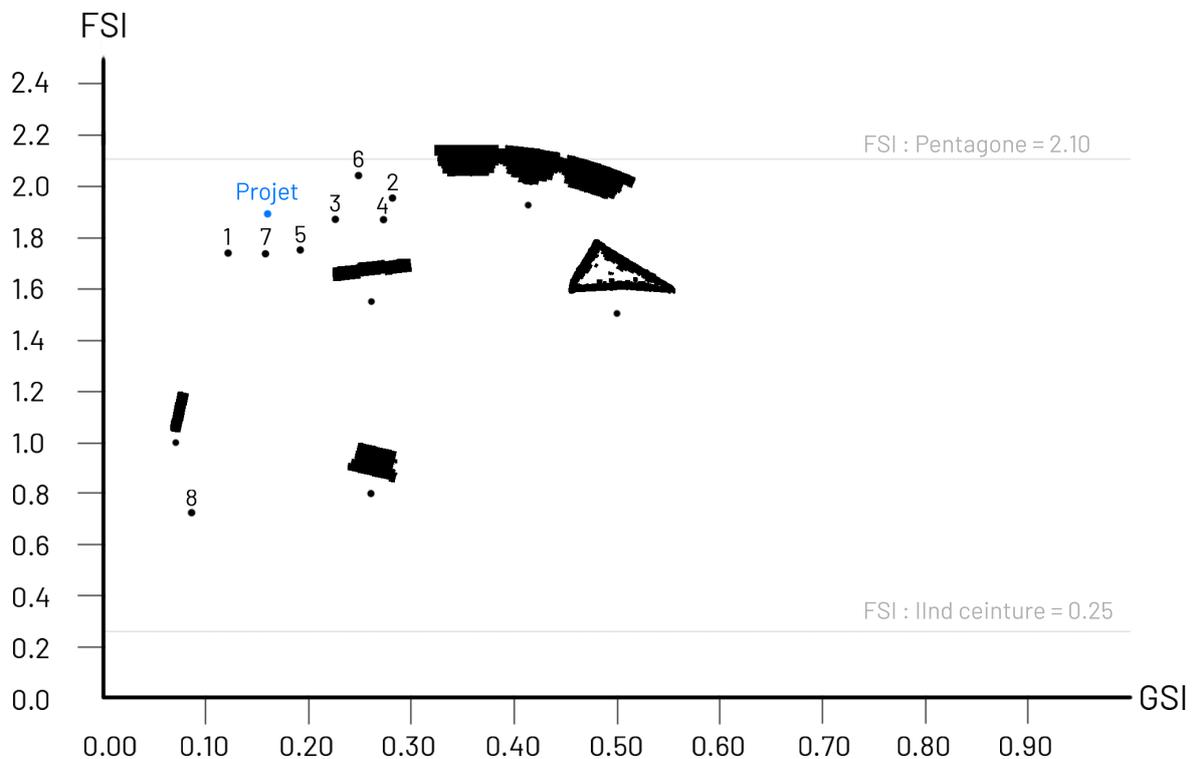


Figure 92 : Matrice spatiale intégrant la proposition de projet  
(réalisée par l'auteur)

## 4. Synthèse

L'étude du projet proposée dans ce chapitre, reprend les grandes lignes permettant de construire, étape après étape, la réalisation d'une densité de qualité.

1. Présenter le projet et l'analyser.
2. Connaître les impacts de la transformation sur le site
3. Recherche de la densité optimale : faut-il densifier ou dédensifier le bâtiment ?  
Calculs et comparaison avec des formes urbaines présentes sur le site : Observation des densités au sein de la commune. (Matrice spatiale)
4. Établir une étude volumétrique et calculer les densités obtenues : Formation de valeurs témoins.
5. Appliquer les critères de densification présents dans le PRDD
6. Intentions de transformations du projet
7. Calculs et comparaisons avec l'étude volumétrique (Matrice spatiale)
8. Constats et adaptations nécessaires
9. Répéter l'étape 6. 7. 8. jusqu'à l'obtention d'un résultat cohérent

# Conclusion.



Après avoir étudié la densité tout au long de ce travail de recherche, il est désormais temps de répondre à la question : En quoi la notion de densité et ses principes peuvent-ils servir d'outils à l'analyse du territoire ainsi qu'à la requalification de l'Espace Beaulieu en vue de participer à la densification de la seconde ceinture ?

La densité est unique et relative à la composition du tissu urbain. À Bruxelles, les besoins de la ville orientent la nécessité d'augmenter le nombre d'unités d'habitations afin de répondre à la croissance de la population. De surcroît, il faut se rappeler que les limites administratives de Bruxelles englobent une superficie de 161,4 km<sup>2</sup> et endiguent l'étalement urbain de la capitale européenne. De ce fait, le territoire va devoir se repenser sur lui-même pour parvenir à respecter ses objectifs.

Pour comprendre comment utiliser la densité, nous avons dû préalablement observer la formation de Bruxelles de sa création à nos jours. En effet, c'est l'ensemble des transformations de la ville au cours du temps qui a conduit à la fabrique du tissu que nous connaissons. Ce TFE s'intéresse tout particulièrement à la seconde ceinture constitutive de Bruxelles. Cette zone d'une faible densité, avec un FSI de 0,25 contre un FSI de 2,10 dans le Pentagone, témoigne des disparités au sein du territoire. Cependant, la faible densité présente dans cet espace laisse entrevoir des possibilités de densification. En ce sens, l'inscription de ce TFE dans l'atelier « Rethink, resettle, reconfigure », s'oriente vers la reconversion des immeubles de bureaux dans la seconde ceinture de Bruxelles comme motif de densification de l'espace existant. De fait, la vacance des immeubles de bureaux dans cette portion du territoire marque un véritable gisement au potentiel encore inexploité.

La densité est une notion complexe, car elle synthétise l'évocation d'un grand nombre de calculs comme la densité bâtie, la densité d'espaces ouverts, la densité d'unités d'habitations ou encore la densité de population. De nombreux facteurs peuvent être pris en compte pour calculer la densité. Le but de la recherche passe par la définition claire des calculs et de leurs objectifs. En ce sens, il devient plus simple de comprendre la densité quand le calcul est clairement expliqué, et que la superficie étudiée est clairement définie. Toutefois, dans l'ensemble des calculs possibles et imaginables, certains se démarquent

pour comprendre et planifier la ville dense. En effet, l'utilisation des calculs de FSI, GSI, OSR et de densité d'unités d'habitations rend compte de la densité réelle d'un site. Les mettre en pratique donne une idée claire de la densité bâtie et d'occupation sur le territoire étudié. Ainsi, c'est l'application conjointe de ces quatre calculs qui définira les tendances de densité permettant par la suite d'appréhender le projet. Cependant, ces notions n'englobent qu'une partie de l'exercice. Il convient que cette méthodologie de calcul peut être complétée au regard des autres formules expliquées, comme la densité des réseaux qui définira la proportion d'espace servant ou le CBS qui donnera un indice du potentiel d'optimisation de la biodiversité sur le site. Il va de soi que chaque calcul répond à la volonté de l'utilisateur à connaître un ratio qu'il souhaite analyser. En outre, les différents calculs réalisés pendant la recherche se sont basés sur des échelles d'études différentes passant du km<sup>2</sup> à la densité même de l'objet. En effet, l'approche multiscalaire soutenue tout au long du TFE permet d'observer les différences de densité présentes entre les échelles. De facto, le calcul de densité autour de l'Espace Beaulieu (1 km<sup>2</sup>) vu dans le chapitre 2, indique que l'espace peut être densifié. Toutefois, comme en témoignent les calculs de densité menés à l'échelle du bâti, on se rend compte que le bâtiment dispose déjà d'une densité trop importante par rapport à son contexte actuel. La densification est donc une réponse, au cas par cas, qui doit être menée pour agir au mieux sur le paysage et ainsi produire une densité de qualité.

Les calculs forment une composante majeure de la recherche. Néanmoins, ils ne représentent qu'une partie de l'étude, car la ville de Bruxelles a établi dans son PRDD, ses volontés en matière de densification pour créer « une ville dense de qualité ». Les différents critères évoqués agissent comme un calque supplémentaire permettant la fabrication des intentions du projet.

Les calculs et critères de densification maintenant en place, il est temps de se plonger sur la méthodologie appliquée à la recherche par le projet.

Dans un premier temps, l'exercice se penche sur la connaissance du bâtiment, de l'histoire de son site à la conception de sa forme actuelle. De plus, il est intéressant d'anticiper les enjeux et le rôle de l'espace étudié afin de répondre au mieux aux besoins du quartier et

des usagers.

Dans un second temps, il est important de contrôler si le bâtiment doit réellement être densifié ou bien dédensifié au regard des données de la ville. En l'occurrence, le PAD préconise pour l'Espace Beaulieu, une densification de la surface brute hors-sol pondérée entre 15 et 20 % supplémentaire. Pour vérifier cela, l'utilisation des calculs de FSI, GSI et OSR ont permis d'établir la densité du projet existant. Ainsi, l'objet, doit être comparé à un ensemble d'échantillons bâtis de proximité afin de mettre en lumière les possibles disparités de densité entre les échelles et les bâtiments. Ensuite, les données recueillies sont positionnées dans un graphique (FSI en ordonnée et GSI en abscisse) dans lequel se situent des repères de densité à des échelles variées. Par comparatif, le constat amène, à une dédensification du projet en réduisant l'impact au sol et en repensant la proportion des surfaces habitables.

Dans un troisième temps, la recherche de la densité optimale se poursuit par l'expérimentation volumétrique basée sur la situation existante. En effet, en proposant un ensemble de recherches volumétriques et en calculant le FSI, le GSI, l'OSR, la densité d'unités d'habitations et le nombre d'habitants potentiels, on peut établir une grille de valeurs de références et commencer à dialoguer avec le projet.

Dans un quatrième temps, la recherche sur le projet s'effectue à travers le prisme des différents critères de densification comme la mixité programmatique, l'accessibilité aux mobilités alternatives ou encore la reconversion d'espaces abandonnés. Cette nouvelle grille de lecture guide l'auteur dans la conception du projet de l'Espace Beaulieu et permet de définir les grandes intentions du projet.

Dans un cinquième temps, le projet est évalué, pour déterminer la densité générée par les modifications apportées. Le FSI, le GSI, l'OSR, la densité d'unités de logements ainsi que le nombre théorique d'habitants peuvent être comparés avec les formes précédemment testées. La comparaison révèle que le projet actuel ne met pas à disposition suffisamment de logements en place. L'étude démontre un procédé circulaire renvoyant à un remaniement des typologies de logements actuels afin d'accueillir davantage d'unités

d'habitations et in fine d'occupants. Le processus s'achève lorsque l'individu juge que le nombre de logements et d'habitants est suffisant pour assurer la rentabilité économique du site.

On note que l'étude de calcul menée sur le projet ne prend en considération qu'une seule itération par manque de temps. Il convient que multiplier les expériences et les changements consent à obtenir davantage de valeurs théoriques plus précises que celles menées au sein de l'étude des expérimentations volumétriques.

Comme nous l'avons vu au cours de la recherche, la densité est un outil précieux des architectes et urbanistes, car les notions qu'elle dégage, renseignent de nombreuses informations utiles à la fabrique de densité dans la seconde ceinture de Bruxelles. De plus, la densité et les principes développés dans le PRDD définissent une grille de lecture à la conception d'un projet d'architecture. Le cas de l'Espace Beaulieu agit comme un élément représentatif de la typologie des immeubles de bureaux qui jalonnent le territoire.

L'étude se termine sur la mise en place d'un processus favorisant l'usage de la densité dans la fabrique de la ville dense et de la conception autour d'un projet de reconversion. Dans d'autres perspectives, la recherche de densité pourrait se poursuivre en comparant d'autres reconversions d'immeubles de bureaux, notamment en analysant la densité existante avec la situation de plusieurs projets en cours de réalisation. L'étude donnerait davantage de données sur la manière dont les architectes s'approprient la reconversion d'immeubles de bureaux dans la seconde ceinture.

# Bibliographie.



Acquier, F., (2009). *Pour un habitat dense individualisé : 20 formes urbaines diverses et contextuelles*, éditions Certu, 238 pages

ADEME., (2017). *Le coefficient de Biotope*. En ligne : <https://www.o2d-environnement.com/wp-content/uploads/2017/12/coefficient-de-biotope-ademe.pdf>

ADEME., (2022) *Faire la ville dense durable et désirable*. En ligne : <https://presse.ademe.fr/2023/02/fabrique-de-la-ville-lademe-presente-son-guide-faire-la-ville-dense-durable-et-desirable.html>

Ananian, P., & Anaya, M., & Declève, B., & Lescieux, A., (2009). *Densités Bruxelloises et formes d'habiter*, Direction Etudes et Planification-Bruxelles Développement urbain, 308pages

Ananian, P., & Declève, B., & Collectifs (2017). *Montréal et Bruxelles en projet(s) : les enjeux de la densification urbaine*, presses universitaires de Louvain, 320pages

Ananian, P., (2016). *La production du logement à bruxelles : la ville de proximité à l'épreuve de la densification urbaine*. En ligne : <https://journals.openedition.org/brussels/1457>

ANTEA., & BUUR., & HESSELTEER., (2020). *Réseau d'espaces ouverts dans et autour de Bruxelles*. En ligne : [https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/orb\\_20200907\\_rapport\\_luik\\_1-analysefr.pdf](https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/orb_20200907_rapport_luik_1-analysefr.pdf)

Bahamón, A., & Sanjinés, M.C., (2008). *Haute densité : habitat contemporain, l'inédite*, 186pages

Berghauer Pont, M., & Haupt, P., (2010). *Spacematrix : space, density and urban form*, Nai publishers, 280 pages

Bibliothèque nationale de France., (s.d.). *Plan de Bruxelles et de ses environs*. En ligne : <https://gallica.bnf.fr/services/engine/search/sru?operation=searchRetrieve&exactSearch=false&version=1.2&query=%28%28notice%20all%20%22belgique%22%20and%20not%20dc.publisher%20all%20%22belgique%22%20%29%20and%20not%20%28dc.creator%20all%20%22belgique%22%20or%20dc.contributor%20all%20%22belgique%22%20%29%20%29%20%20and%20%28dc.type%20all%20%22carte%22%29%20and%20%28%28bibliotheque%20adj%20%22Biblioth%C3%A8que%20nationale%20de%20France%22%29%29%20and%20%28provenance%20adj%20%22bnf.fr%22%29>

Bruciel., (2024). *Cartographies*. En ligne : <https://bruciel.brussels/>

Brugis., (2024). *Carte indicative*. En ligne : <https://gis.urban.brussels/brugis/#/>

Brunner, M., & Harnack, M., & Heger, N., (2020). *Adaptative Re-use, strategies for post war modernist housing*, éditions Jovis, 144pages

Bruxelles Environnement., (2017). *MAXIMISER LA BIODIVERSITE Renforcer la biodiversité sur chaque parcelle urbaine en rendant toute surface, bâtie ou non, riche en espèces végétales et animales*. En ligne : <https://www.o2d-environnement.com/wp-content/uploads/2017/12/coefficient-de-biotope-par-surface-bruxelles-environnement.pdf>

Build Europe., (2022). *Zéro artificialisation nette : du concept à la réalité*. En ligne : <https://buildeurope.net/wp-content/uploads/2022/01/Zero-artificialisation-nette-Du-concept-a-la-realite.pdf>

Busquets, J., (2005). *Barcelona: the urban evolution of a compact city*. En ligne: <https://archive.org/details/barcelonaurbanev0000busq>

Collectif., (1979). *Bruxelles, construire et reconstruire - Architecture et aménagement urbain 1780 – 1914*, Crédit Communal de Belgique, 304pages

De Beule, M., & Périlleux, B., & Silvestre, M., (2017). *Bruxelles, histoire de planifier : Urbanisme au 19e et 20e siècles*, Mardaga, 496pages

De Kemmeter., (2022). *Les trois époques du monde ferroviaire*. En ligne : [https://mediarail.be/Histoire-du-rail/Trois\\_periodes.htm](https://mediarail.be/Histoire-du-rail/Trois_periodes.htm)

Delhaye, I., & Lacour, M., ( 1987). *Morphologie urbaine à Bruxelles*. Institut supérieur d'architecture Saint-Luc, Centre d'étude de recherche et d'action en architecture (Bruxelles), 183pages

Dessouroux, C., & Van Criekingen, M., Decroly, J.-M., (2009). *Embellissement sous surveillance : une géographie des politiques de réaménagement des espaces publics au centre de Bruxelles*. En ligne : <https://journals.openedition.org/belgeo/7946>

Dessouroux, C., (2010). *Cinquante ans de production immobilière de bureaux à Bruxelles*. En ligne : <https://journals.openedition.org/brussels/744#quotation>

École normale supérieure de Lyon., (2020). *Densité*. En ligne : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/densité>

Eggericx, L., Hanosset, Y., (2003). *Les cites-jardins: Le Logis et Floréal*. En ligne : <https://patrimoine.brussels/liens/publications-numeriques/versions-pdf/bvah/les-cites-jardin-le-logis-et-floreal>

Egusquiza, A., & Bardano, G., (2015). *Interconnection between scales for friendly and affordable sustainable urban districts retrofitting*. En ligne [https://www.researchgate.net/publication/289999852\\_Interconnection\\_between\\_Scales\\_for\\_Friendly\\_and\\_Affordable\\_Sustainable\\_Urban\\_Districts\\_Retrofitting](https://www.researchgate.net/publication/289999852_Interconnection_between_Scales_for_Friendly_and_Affordable_Sustainable_Urban_Districts_Retrofitting)

Eupedia., (2022). *Carte des colonies et villas gallo-romaines en Belgique*. En ligne : [https://www.eupedia.com/guide\\_de\\_voyage/belgique/villas\\_et\\_villes\\_romaines\\_belgique.shtml](https://www.eupedia.com/guide_de_voyage/belgique/villas_et_villes_romaines_belgique.shtml)

Ferré, A., & Hazarja Salig, T., (2010). *Total housing : Alternatives to urban sprawl*, éditions ACTAR Publishers, 396pages

Fouchier, V., (1997), *Les densités urbaines et le développement durable, le cas de l'Île de France et des villes nouvelles et la consommation d'espace en Ile-de-France*, Secrétariat Général du groupe central des Villes Nouvelles Paris, 212pages

GIEC., (2021). *Les éléments scientifiques. Climat*. En ligne : <https://climat.be/changements-climatiques/changements-observees/rapports-dugiec/2021-les-elements-scientifiques>

Google earth., (2024). *Vue 3D*. En ligne : <https://earth.google.com/web/@50.81409875,4.41516095,60.15006182a,770.52950977d,35y,-33.66751261h,60.00221509t,0.00000001r/data=OgMKATA>

Hall, T, E., (1971). *La dimension cachée*. Editions Points (réédition 2014), 256pages

Hein, C., (2006). *Bruxelles l'européenne : capitale de qui ? ville de qui ? les cahiers de la Cambre*, 313pages

Hoppe, G & Marti, D., (2018). *Projets-modèles pour un développement territorial durable 2014-2018 : l'importance de l'espace ouvert pour un développement vers l'intérieur de qualité*. En ligne : <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/media-et-publications/publications/villes-et-agglomerations/freiraumentwicklung-in-agglomerationen-fordern.html>

Howard, E., (1902). *Garden-Cities of Tomorrow*, éditions Swan Sonnenschein & Co, 195pages

Hymans., Salomon, L., (1884). *Bruxelles à travers les âges*. En ligne : <https://archive.org/details/bruxellestravers01hyma/page/6/mode/2up>

laurif., (2005). *Appréhender la densité : les indicateurs de densité. Note rapide sur l'occupation du sol, n°383*. En ligne : [https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/newetudes/etude\\_251/nr\\_383\\_apprehender\\_la\\_densite\\_2.pdf](https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/newetudes/etude_251/nr_383_apprehender_la_densite_2.pdf)

Institut Bruxellois de Statistiques et d'Analyse., (2018). *Monitoring des Quartiers : Population et Revenus mis à jour*. En ligne : <https://ibsa.brussels/actualites/monitoring-des-quartiers-population-et-revenus-mis-a-jour>

Jacobs, J., (1961). *The death and life of great american cities*. En ligne : [https://archive.org/details/deathlifeofgreat0000jaco\\_n0t5](https://archive.org/details/deathlifeofgreat0000jaco_n0t5)

Larousse., *Définitions : Densité*. En ligne : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/densit%C3%A9/23620>

Larousse., *Définitions : Patrimoine*. En ligne : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/patrimoine/58700>

Ledent, G., (2017). *Genèse de la maison bruxelloise*. En ligne : [https://www.researchgate.net/publication/326719284\\_Genese\\_de\\_la\\_maison\\_bruelloise](https://www.researchgate.net/publication/326719284_Genese_de_la_maison_bruelloise)

Ledent, G., (2023). *Brussels housing: atlas of Residential Building types*, Birkhäuser, 352pages

Lelarge, A., (2001). *Bruxelles, l'émergence de la ville contemporaine : la démolition du rempart et des fortifications aux XVIIIe et XIXe siècles*, Civa, 247pages

Leloutre, G., (2022). *La transformation moderne de Bruxelles : Processus d'agencement de l'espace urbain, 1949-1979*. En ligne : <https://www.louiselab.be/article/la-transformation-moderne-de-bruxelles-processus-d-agencement-de-l-espace-urbain-1949-1979-1>

ONU., (1987). *Rapport Brundtland*. En ligne : <https://www.are.admin.ch/are/fr/home/media-et-publications/publications/developpement-durable/brundtland-report.html>

Perspective Bruxelles., (2022). *Densité urbaine : cahier de recommandations, La densité au service de la qualité de vie, vers une nouvelle équation urbaine*. En ligne : [https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/20220922\\_projecting\\_densite\\_cahier.pdf](https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/20220922_projecting_densite_cahier.pdf)

Perspective Bruxelles., (2022). *Observatoire des bureaux : Etats des lieux 2021 et 2022*. En ligne : [https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/bbp\\_obsbur\\_40.pdf](https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/bbp_obsbur_40.pdf)

Région Bruxelles-Capitale., (2001). Plan Régional d'affectation des sols. En ligne : [https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/pras\\_gbp\\_1708\\_cartesaffectations\\_kaarten.pdf](https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/pras_gbp_1708_cartesaffectations_kaarten.pdf)

Région de Bruxelles-Capitale., (2005). Bruxelles, 175 ans d'une capitale, Editions Mardaga, 176pages

Région de Bruxelles-Capitale., (2018). Plan Régional de Développement durable : Construisans ensemble la Région bruxelloise de demain. En ligne : [https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/prdd\\_2018\\_fr.pdf](https://perspective.brussels/sites/default/files/documents/prdd_2018_fr.pdf)

Statbel., (2023). Bruxelles. En ligne : <https://statbel.fgov.be/fr/commune/bruxelles#dashboard1>

Statbel., (2023). Densité de la population. En ligne : <https://statbel.fgov.be/fr/themes/population/structure-de-la-population/densite-de-la-population>

UNESCO., (2021). Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau. En ligne : <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/fr/water-for-environment>

Union européenne., (2016). Accord de Paris. En ligne : [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)&from=FR](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:22016A1019(01)&from=FR)

Van Criekingén, M., (2010). Du vieux vin dans de nouvelles bouteilles ? Une comparaison des opérations de réaménagement des quartiers Nord et Midi à Bruxelles. En ligne : <https://journals.openedition.org/belgeo/6660>

Wright, F. L., (1932). The disappearing city, W.F. Payson, 88pages

# Annexes.





## Photographies personnelles



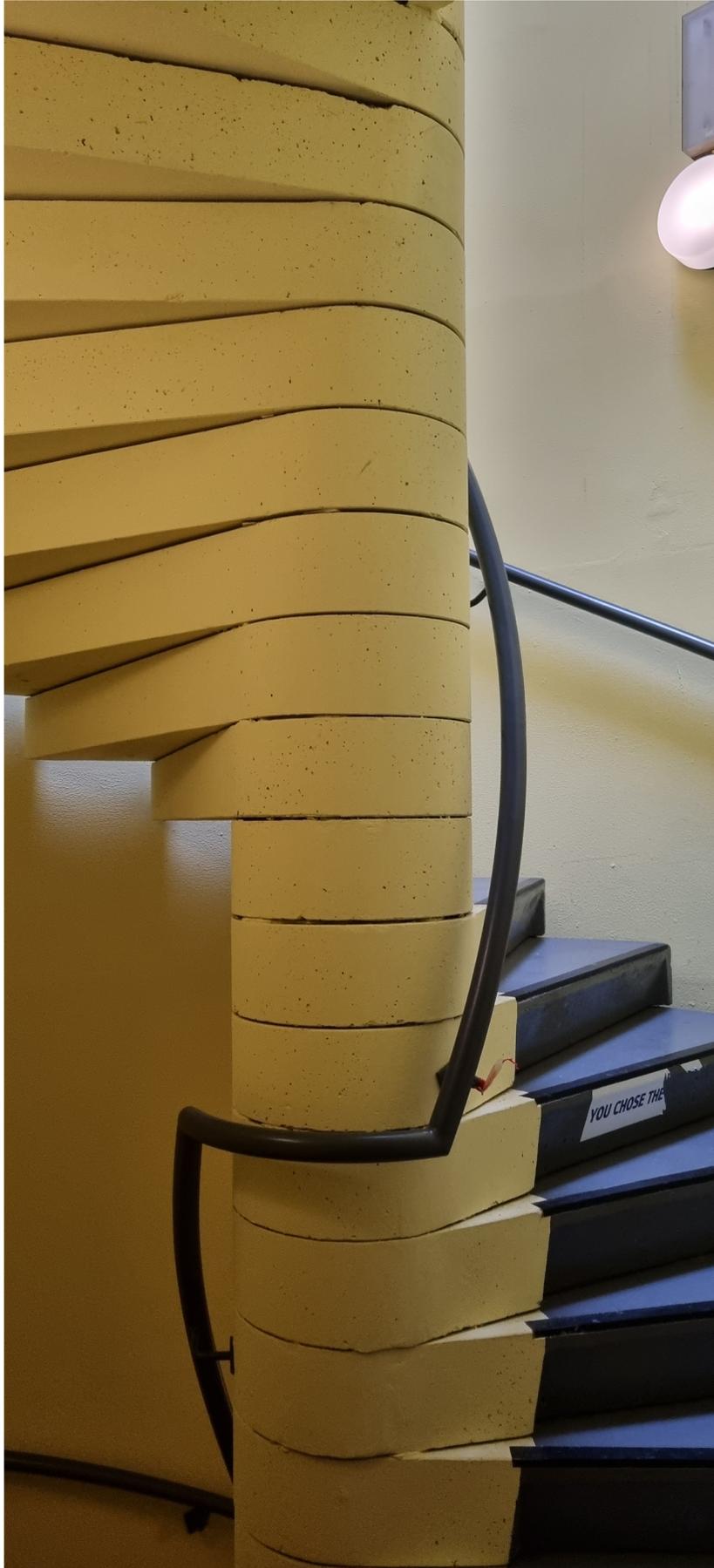
















Exemples de croquis préparatoires



Figure 93 : Photographie de la façade Nord  
(réalisée par l'auteur)

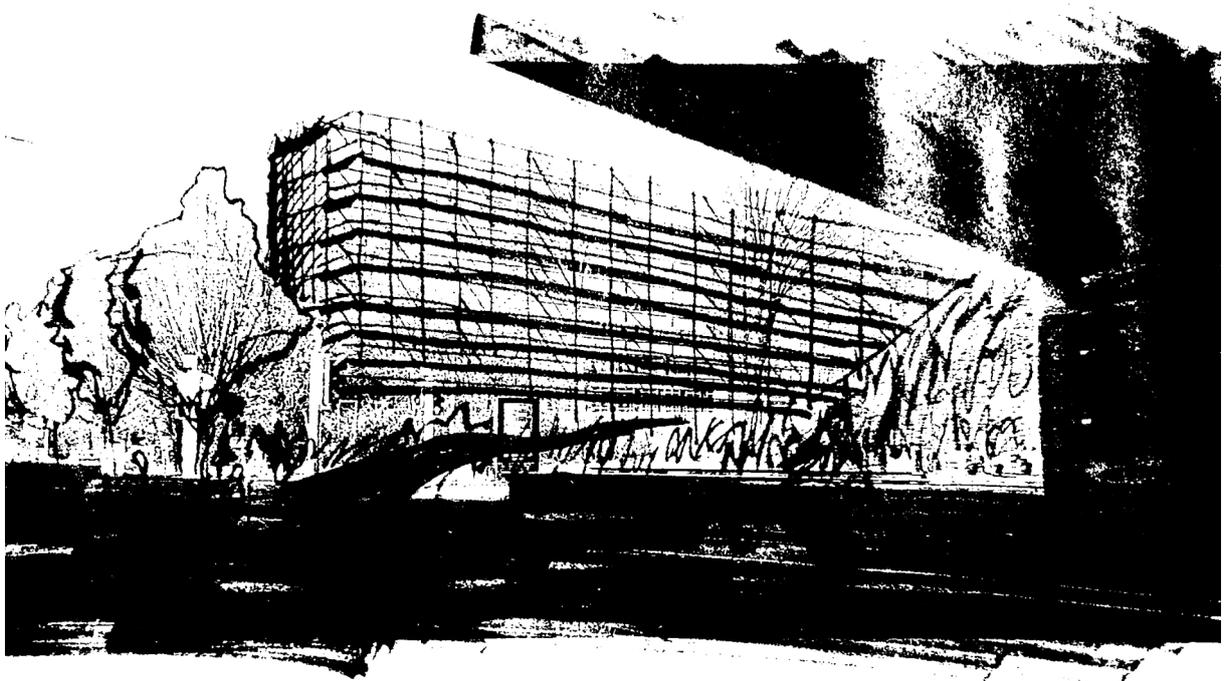


Figure 94 : Croquis d'intention sur la façade Nord  
(réalisée par l'auteur)



Figure 95 : Photographie de la façade Nord  
(réalisée par l'auteur)

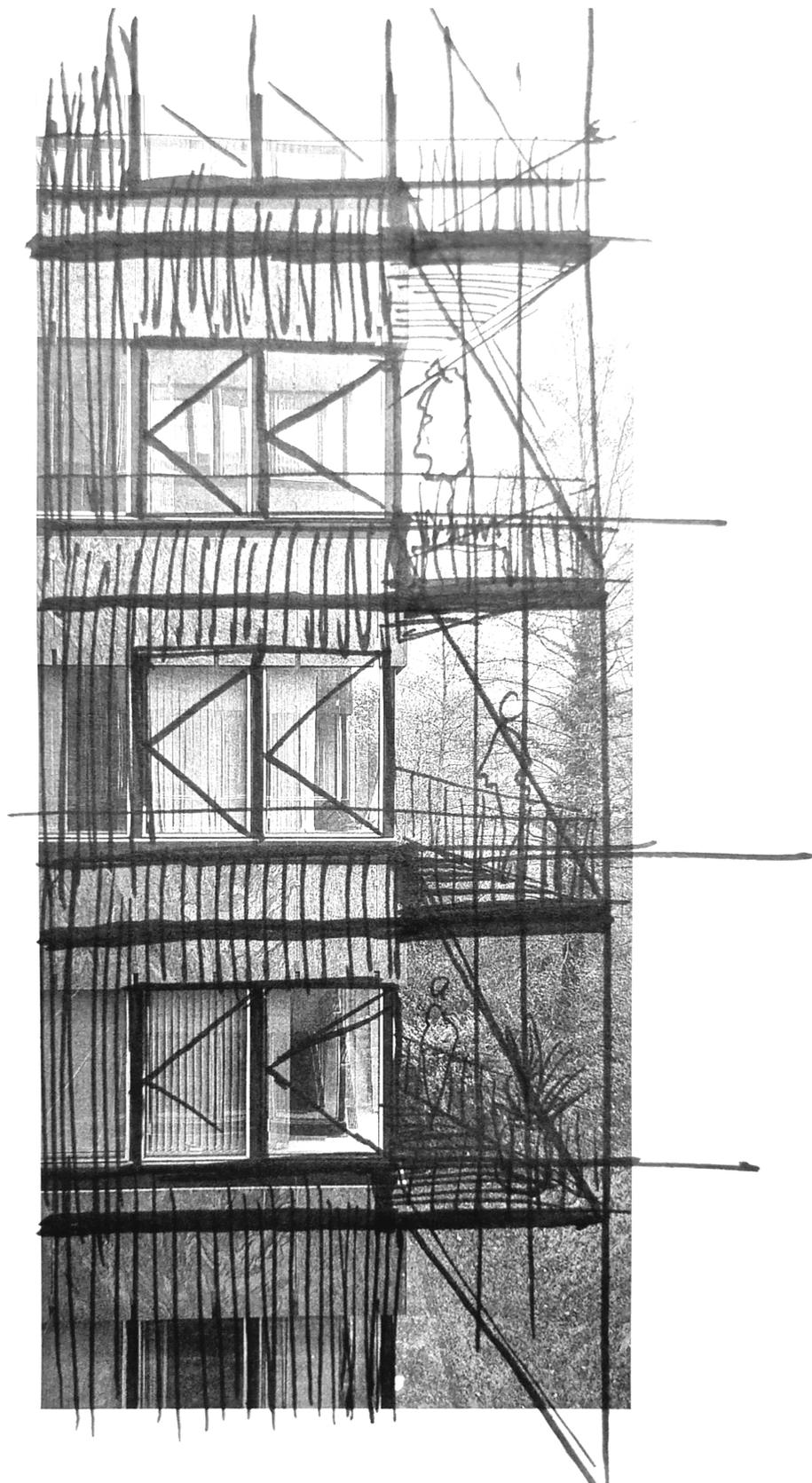


Figure 96 : Croquis d'intention sur la façade Nord  
(réalisée par l'auteur)



Figure 97 : Photographie de l'atrium  
(réalisée par l'auteur)



Figure 98 : Croquis d'ambiance au cœur de l'atrium  
(réalisée par l'auteur)



Exemples de plans de transformation  
d'immeubles de bureaux réalisés pour le  
bureau du bouwmeester



Figure 99 : Représentation 3D d'une vue aérienne du projet « Val d'or»  
(Google Earth, 2024)

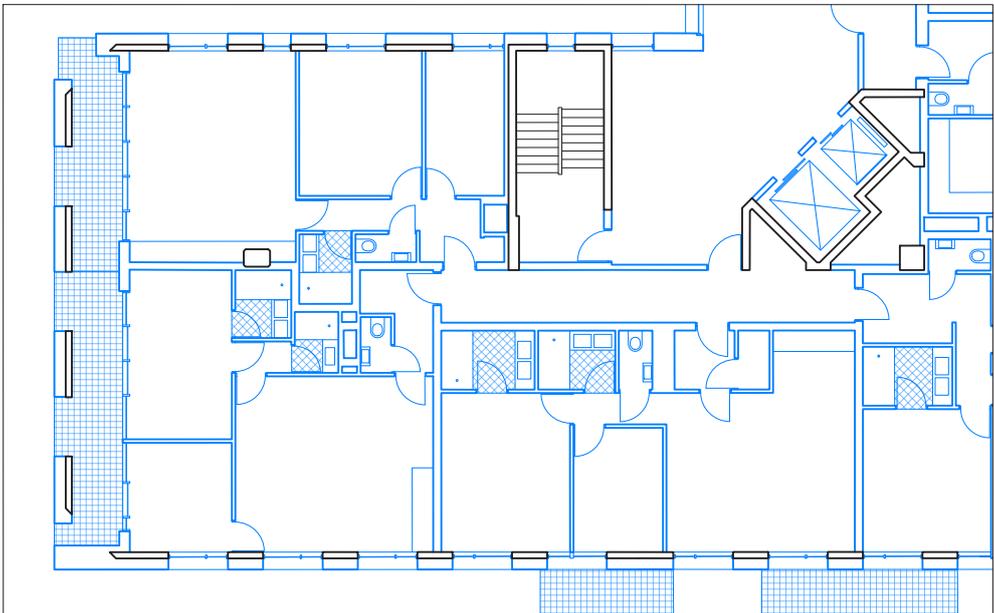
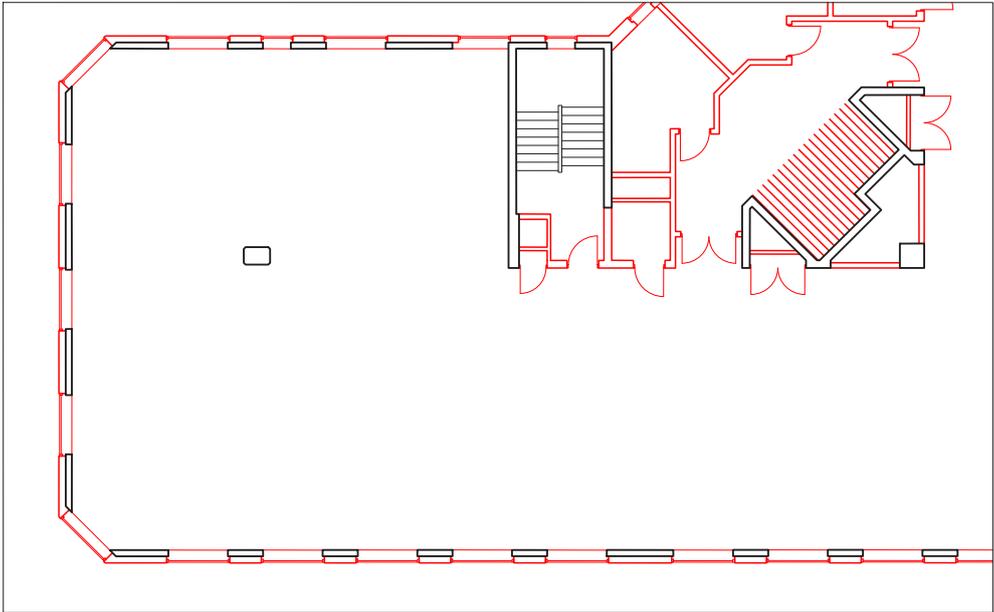


Figure 100 : Plans du projet « Val d'or »  
(BMA, 2024, redessinée par l'auteur)

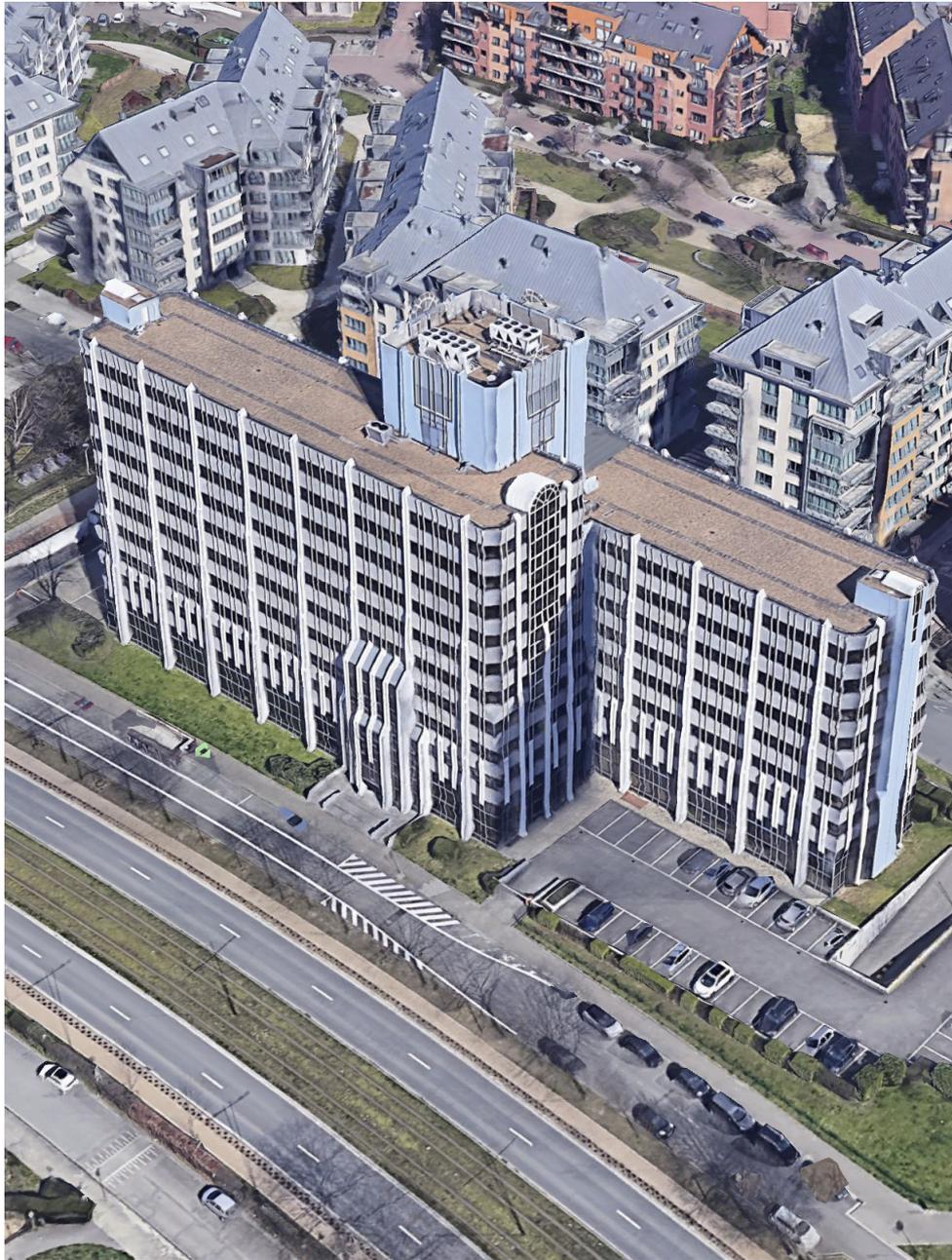


Figure 101 : Représentation 3D d'une vue aérienne du projet «Evergreen»  
(Google Earth, 2024)

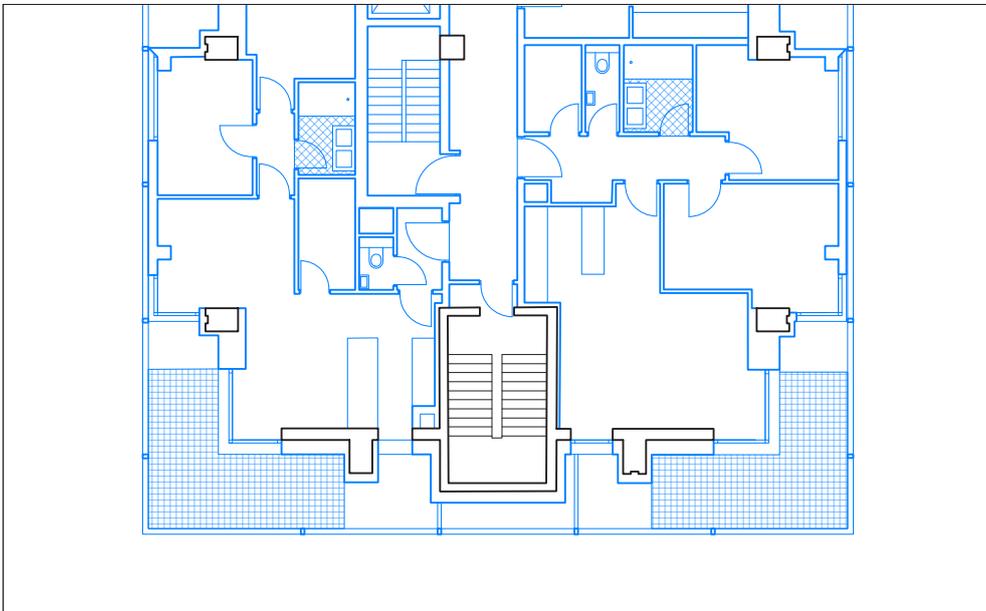
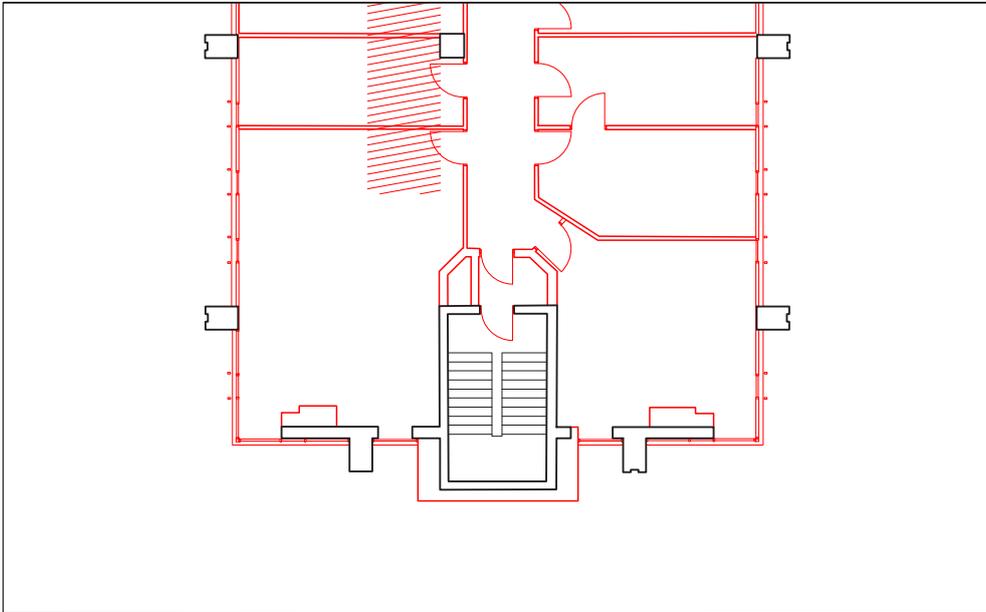


Figure 102 : Plans du projet « Evergreen »  
(BMA, 2024, redessinée par l'auteur)



Figure 103 : Représentation 3D d'une vue aérienne du projet «Twin House»  
(Google Earth, 2024 )

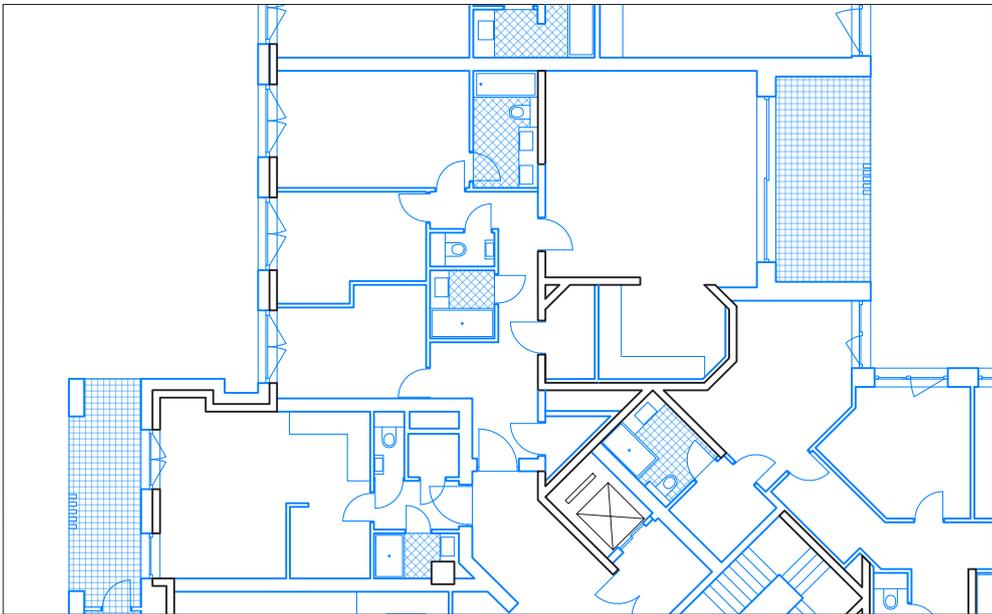


Figure 104 : Plans du projet « Twin House »  
(BMA, 2024, redessinée par l'auteur)



Figure 105 : Représentation 3D d'une vue aérienne du projet «Avenue d'Auderghem»  
(Google Earth, 2024 )

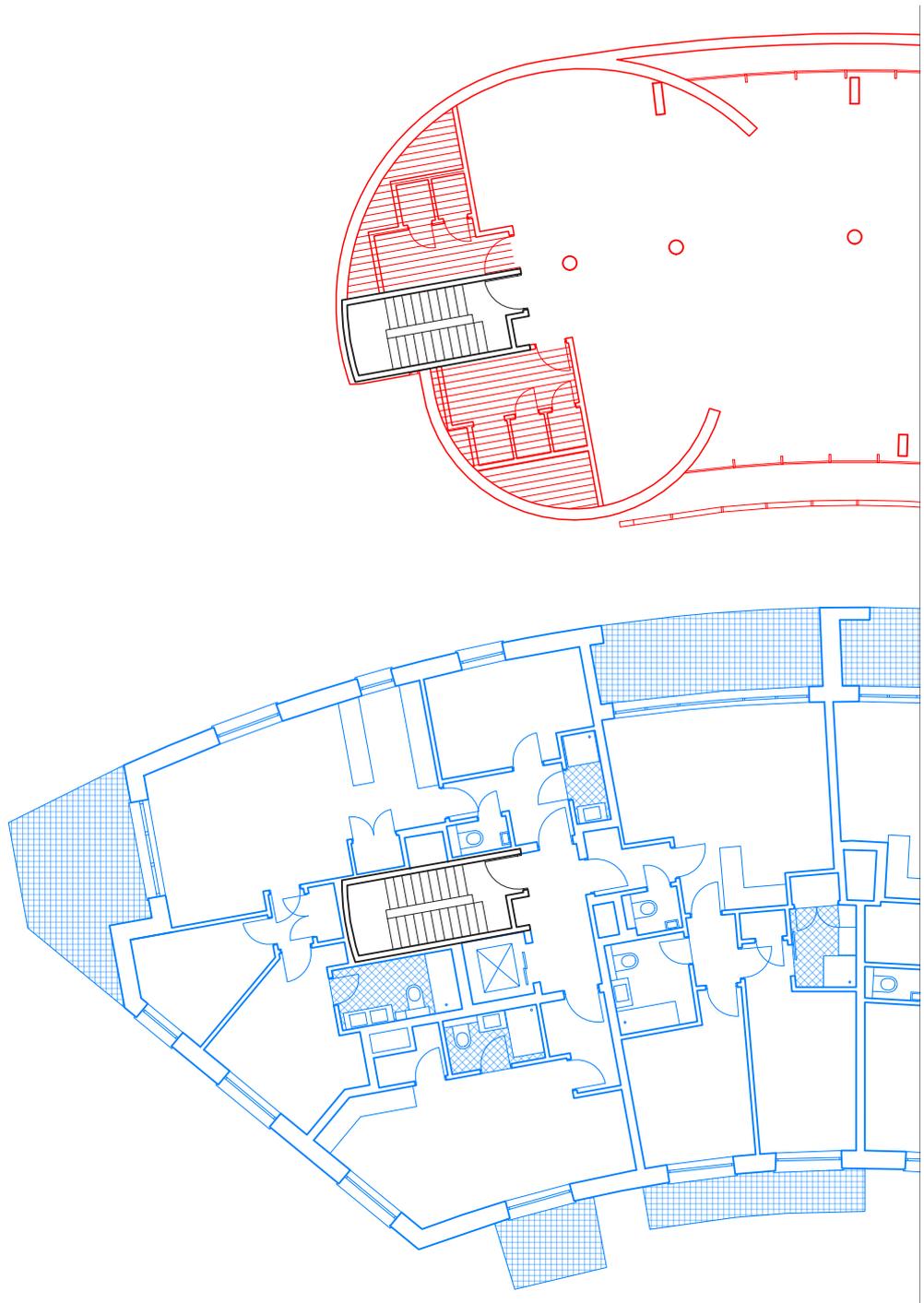


Figure 106 : Plans du projet « Avenue d'Auderghem »  
(BMA, 2024, redessinée par l'auteur)



Figure 107 : Représentation 3D d'une vue aérienne du projet «Chip»  
(Google Earth, 2024)

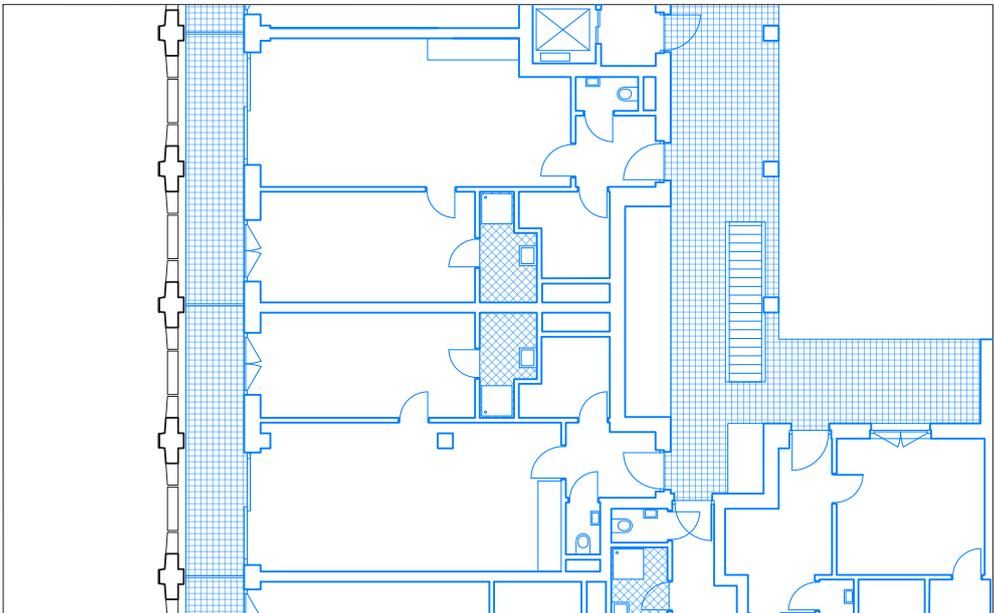
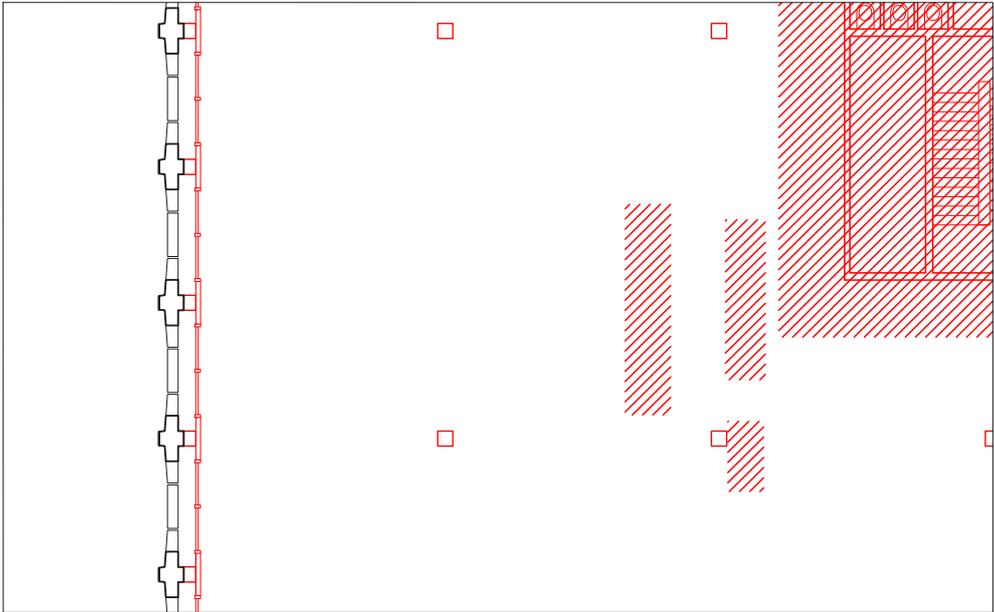


Figure 108 : Plans du projet « Chip »  
(BMA, 2024, redessinée par l'auteur)



Figure 109 : Représentation 3D d'une vue aérienne du projet «Boulevard du Souverain»  
(Google Earth, 2024)

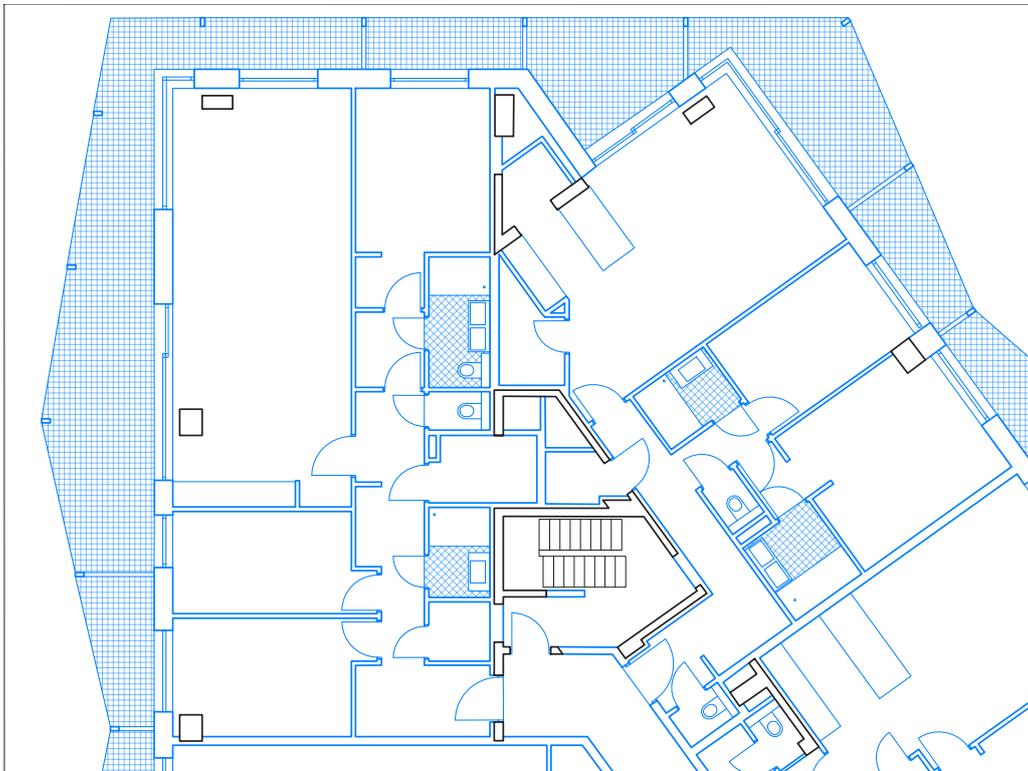
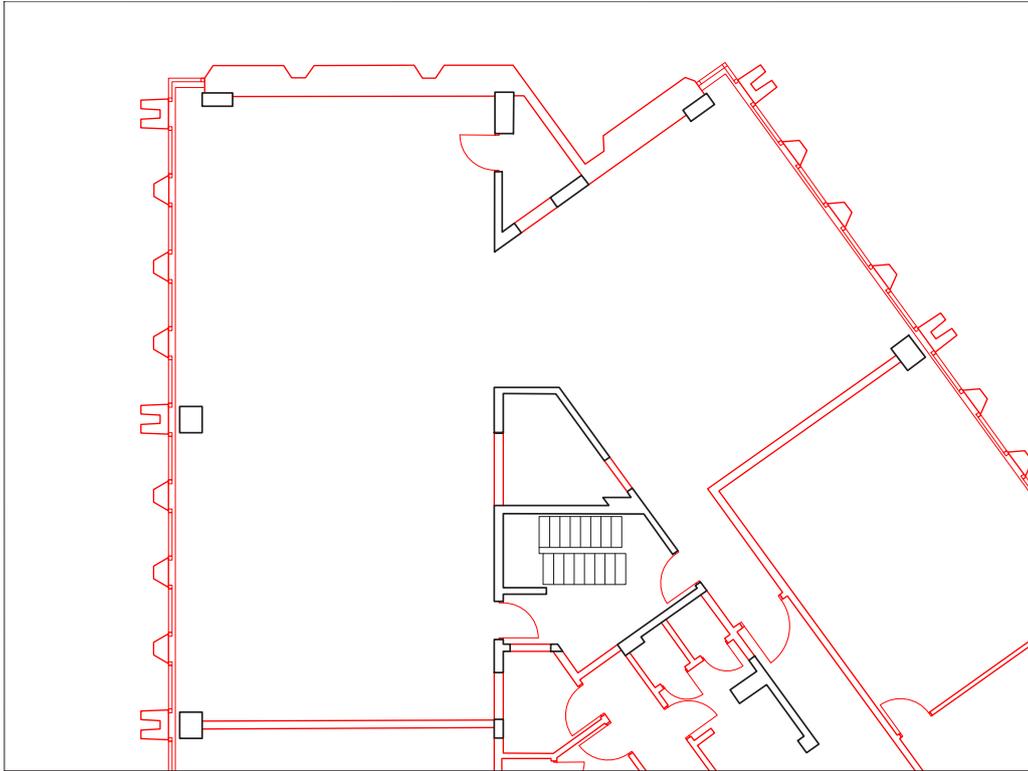


Figure 110 : Plans du projet « Boulevard du Souverain »  
(BMA, 2024 redessinée par l'auteur)



Aide aux calculs de coefficient de biodiversité



	CBS (à titre indicatif)	ville verte	ville dense	Support	Végétaux utilisés	Praticable	Impact sur le cycle de l'eau	Impact sur la qualité de l'air	Potentiel de support de la biodiversité	Gestion et entretien
Jardins en pleine terre	1	●	●	Sol bien drainé	Toutes strates	Si prévus pour	Fort	Très fort	Très fort	Selon le choix du végétal
Zones humides	1	●	●	Sol imperméable ou bâche	De sols humides	Si prévus pour	Très fort	Fort	Très fort	Faibles
Aires minérales perméables	0,3 à 0,5	●	●	Sous-sol perméable	Toutes strates	Si prévus pour	Moyen	Faible	Faible	Quasi nuls
Murs de clôture et de soutènement verts	0,5	●	●	Murs et parois	Grimpants et herbacés	Non	Faible	Moyen	Moyen	Faibles
Façades vertes	0,5	●	●	Murs et parois ou support ajouté	Grimpants	Si prévues pour	Moyen	Moyen	Moyen	Faibles
Toitures vertes	0,5 à 0,7	●	●	Toits plats ou toits inclinés, dalles	Variables selon le type de toiture	Si prévues pour	Fort	Fort	Faible à fort selon le type de toiture	Selon le choix du végétal
Cultures surélevées	0,5 à 0,7	●	●	Bacs sur toits plats ou surfaces minérales	Potagers ou d'agrément	Si prévues pour	Moyen	Moyen	Moyen	Selon le choix du végétal
Habitats pour la faune et la flore	-	●	●	Murs, toits, nichoirs	Attirant la faune, associés au logement	Non souhaité	Faible	Faible	Fort	Quasi nuls
Ruchers	-	●	●	Toits plats verts, jardins	Végétation environnante	A prévoir pour récolter le miel	Faible	Faible	Fort	Moyens
Espaces collectifs plantés	0,3 à 0,7	●	●	Sol bien drainé	Toutes strates	Oui	Fort	Très fort	Fort	Selon le choix du végétal

● degré de pertinence fort

● degré de pertinence faible

Figure 111 : Tableau des dispositifs de maximisation de la biodiversité (Bruxelles Environnement, 2016)



Analyses des communes et données

Données : Perspective Bruxelles  
Cartographies : Brugis



Bruxelles ville

Surface totale : 32,60 km<sup>2</sup>

Soit 20% de la surface de Bruxelles

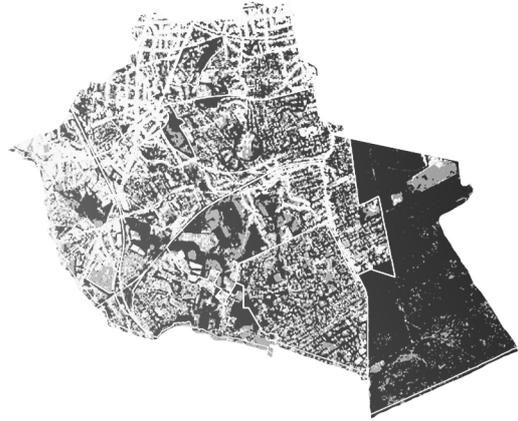
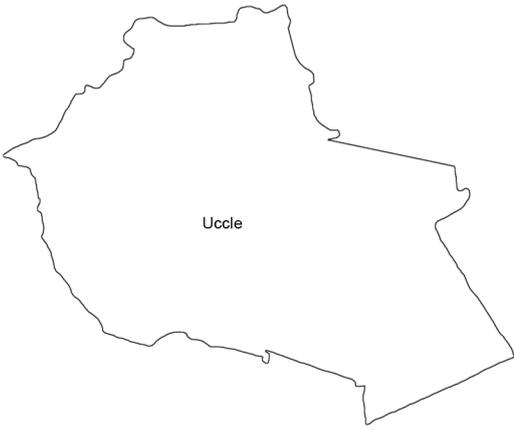
Nombre d'habitants : 194 291

Densité de population : 5 872 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 195 477 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 97 528

Figure 112 : ensemble de cartographies et de données  
(Brugis et Bruxelles Environnement, 2016)



## Uccle

Surface totale : 22,90 km<sup>2</sup>

Soit 14 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 86 101

Densité de population : 3 764 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 10 284 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 44 209

## Anderlecht

Surface totale : 17,70 km<sup>2</sup>

Soit 11 % de la surface de Bruxelles

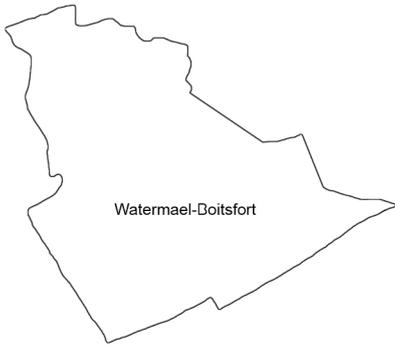
Nombre d'habitants : 125 065

Densité de population : 6 981 hbts/km<sup>2</sup>

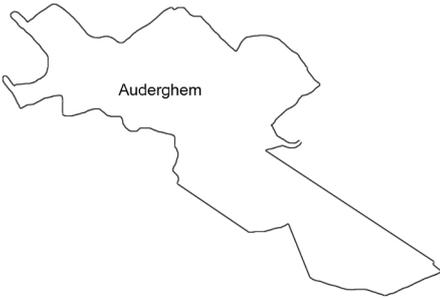
Densité de bureaux : 29 384 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 53 846

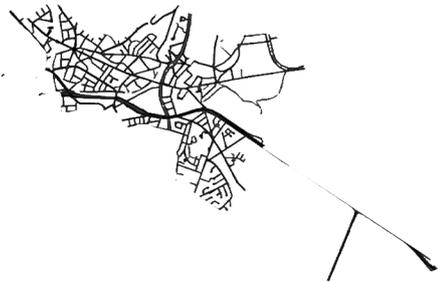
Figure 113 : ensemble de cartographies et de données  
(Brugis et Bruxelles Environnement, 2016)



Watermael-Boitsfort



Auderghem



#### Watermael-Boitsfort

Surface totale : 12,90 km<sup>2</sup>

Soit 8 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 25 392

Densité de population : 1 958 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 15 896 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 12 142

#### Auderghem

Surface totale : 9,03 km<sup>2</sup>

Soit 5,60 % de la surface de Bruxelles

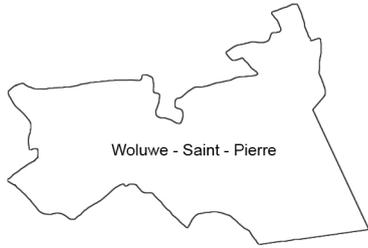
Nombre d'habitants : 35 346

Densité de population : 3 942 hbts/km<sup>2</sup>

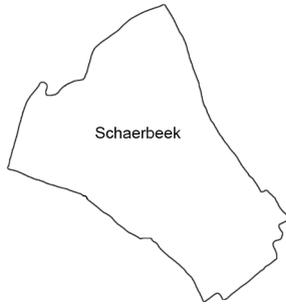
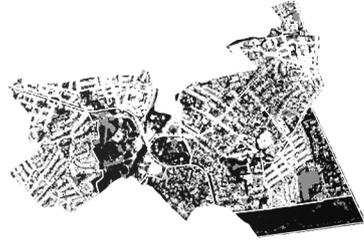
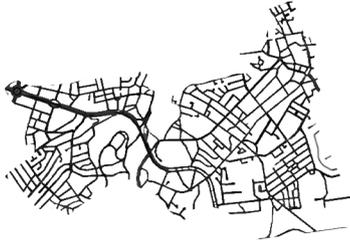
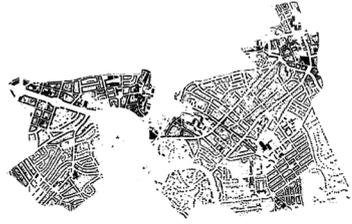
Densité de bureaux : 32 572 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 17 842

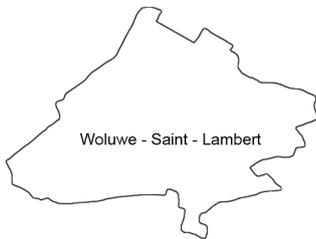
Figure 114 : ensemble de cartographies et de données  
(Brugis et Bruxelles Environnement, 2016)



Woluwe - Saint - Pierre



Schaerbeek



Woluwe - Saint - Lambert



### Woluwe-Saint-Pierre

Surface totale : 8,90 km<sup>2</sup>

Soit 5,50 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 42 497

Densité de population : 4 751 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 20 280 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 20 702

### Schaerbeek

Surface totale : 8,10 km<sup>2</sup>

Soit 5 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 130 775

Densité de population : 16 551 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 110 307 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 58 583

### Woluwe-Saint-Lambert

Surface totale : 7,50 km<sup>2</sup>

Soit 4,50 % de la surface de Bruxelles

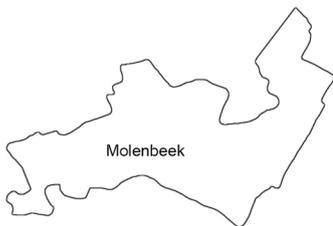
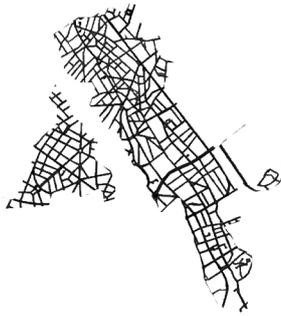
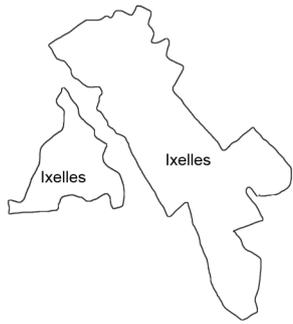
Nombre d'habitants : 59 778

Densité de population : 8 196 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 43 598 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 31 024

Figure 115 : ensemble de cartographies et de données  
(Brugis et Bruxelles Environnement, 2016)



### Ixelles

Surface totale : 6,30 km<sup>2</sup>

Soit 4 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 88 521

Densité de population : 13 807 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 131 137 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 52 821

### Forest

Surface totale : 6,20 km<sup>2</sup>

Soit 4 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 57 724

Densité de population : 9174 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 21 778 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 27 179

### Molenbeek

Surface totale : 5,90 km<sup>2</sup>

Soit 3,90 % de la surface de Bruxelles

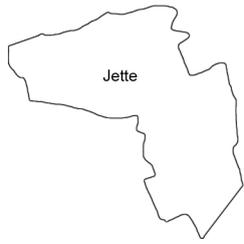
Nombre d'habitants : 88 521

Densité de population : 13 807 hbts/km<sup>2</sup>

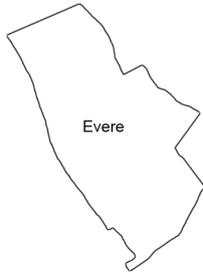
Densité de bureaux : 131 137 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 52 821

Figure 116 : ensemble de cartographies et de données  
(Brugis et Bruxelles Environnement, 2016)



Jette



Evere



Etterbeek



### Jette

Surface totale : 5,04 km<sup>2</sup>

Soit 3,00 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 53 704

Densité de population : 10 349 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 9632 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 24 936

### Evere

Surface totale : 5,00 km<sup>2</sup>

Soit 3,00 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 44 255

Densité de population : 8635 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 64 298 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 20 066

### Etterbeek

Surface totale : 3,15 km<sup>2</sup>

Soit 2,00 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 49 558

Densité de population : 15 613 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 111 936 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 26 667

Figure 117 : ensemble de cartographies et de données  
(Brugis et Bruxelles Environnement, 2016)



#### Berchem Sainte-Agathe

Surface totale : 2,90 km<sup>2</sup>

Soit 2,00 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 25 396

Densité de population : 8609 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 29 565 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 10 651

#### Saint-Josse-ten-Noode

Surface totale : 1,10 km<sup>2</sup>

Soit 0,70 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 27 068

Densité de population : 23 322 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 691 188 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 10 347

#### Saint-Gilles

Surface totale : 2,50 km<sup>2</sup>

Soit 1,60 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 49 323

Densité de population : 19 466 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 216 566 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 27 318

#### Ganshoren

Surface totale : 2.50 km<sup>2</sup>

Soit 1,50% de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 25 548

Densité de population : 10 481 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 7558 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Nombre de logements : 12 100

#### Koekelberg

Surface totale : 1,20 km<sup>2</sup>

Soit 0,70 % de la surface de Bruxelles

Nombre d'habitants : 22 563

Densité de population : 19 090 hbts/km<sup>2</sup>

Densité de bureaux : 9838 m<sup>2</sup>/km<sup>2</sup>

Figure 118 : ensemble de cartographies et de données  
(Brugis et Bruxelles Environnement, 2016)



**D  
EN  
TS  
E**