

Membres du comité d'accompagnement :

Copromoteur-expert : BOS Morgane

Copromoteur 2 : THIELEMANS Benoît

Copromoteur 3 : VAN MEOSEKE Geoffrey

Mots-clefs : Toiture / Équipements / Densification / Énergies / Biodiversité

Résumé :

Ce travail réflexif porte sur l'exploitation des toitures plates. L'illustration des propositions concrètes et utiles décrites tout au long de ces pages peuvent aider tout un chacun à prendre la mesure des possibilités qu'offrent ses toits.

Dès lors, les toitures plates offrent un réel potentiel existant. C'est ce que nous étudierons au cœur du quartier Léopold à Bruxelles. Nous y proposerons un projet visant mixité de site, végétalisation et exploitation d'énergie renouvelable.

Soulignons que les toitures plates restent largement sous-exploitées et ne peuvent à elles seules représenter une réponse à la problématique de densification urbaine. Nous y voyons à travers leurs exploitations qu'un des outils pouvant y répondre.

Rappelons qu'avant une quelconque implantation de dispositif, il est nécessaire d'effectuer au préalable une étude portant sur les (sur)charges acceptables propres à chaque site.

Master en architecture - Dimension : Utopie

Copromoteurs : Geoffrey Van Moeseke et Benoît Thielemans

Expert : Morgane BOS

L'exploitation des toitures plates, une réponse à la problématique de densification urbaine ?



Source : <https://www.spanky-few.com/2014/03/18/etats-unis-une-ferme-sur-les-toits-a-brooklyn/>

DESMET Amandine

Année académique 2018-2019

Faculté d'ingénierie, d'architecture et d'urbanisme - Saint-Luc (LOCI) à Bruxelles
Université Catholique de Louvain-La-Neuve

Remerciements

Ce travail représente l'aboutissement d'une année de recherches, d'analyses et de synthèses approfondies sur le sujet. Celui-ci n'aurait pas été autant enrichi ni réalisé sans l'intervention et l'aide lors de multiples échanges avec des personnes clefs que je souhaite remercier sincèrement .

En premier lieu, je tiens à remercier ma promotrice, Madame Morgane Bos pour son soutien, ses conseils avisés, sa disponibilité, l'encadrement ainsi que le suivi apporté tout au long de ce mémoire.

Je tiens également à remercier mes professeurs d'atelier, co-promoteurs, Monsieur Benoît Thielemans et Monsieur Geoffrey Van Moeseke pour la richesse de leurs remarques tant sur mon sujet que pour l'accompagnement de cette année.

Je remercie Monsieur Nicolas Tytgat et Madame Margaux Villebrun que j'ai pu rencontrer dans le cadre de mes recherches et qui m'ont chaleureusement ouvert leurs portes de "The Urban Farm" ainsi que "Peas and Love", pour m'avoir fait visiter leurs sites, partager leurs expériences et de précieuses informations.

Je remercie aussi Monsieur Pierre Gonay, ingénieur architecte pour ses entrevues et son expertise. Celui-ci m'a offert son temps et ses conseils passionnés tant sur l'architecture que sur mon sujet.

Enfin, je remercie mon entourage, mes parents, ma famille et mon compagnon pour leur positivisme, leur soutien, le stress et les récompenses partagées.

Table des matières

Introduction.....	4
1. La densification urbaine, une problématique contemporaine.....	5
1.1. <i>Constats</i>	5
1.1.1. Phénomène d'urbanisation.....	5
1.1.2. Métropole, mégapole et mégapole.....	5
1.1.3. Exode rural.....	6
1.2. <i>Le cas de Bruxelles</i>	6
1.3. <i>Conséquences</i>	7
1.3.1. Consommation des sols.....	7
1.3.2. Pénurie de logements de qualité.....	8
1.3.3. Manque d'équipements.....	8
1.3.4. Pénurie d'espaces verts.....	8
1.3.5. La pollution urbaine.....	11
1.3.6. Phénomène de l'îlot de chaleur.....	14
2. Initier la transition.....	15
2.1. <i>Solutions proposées pour l'exploitation des toitures</i>	16
2.1.1. Les potentiels des toitures plates.....	16
2.1.2. Conditions et limites.....	17
2.1.3. Les critères de sélection d'une toiture via une grille de lecture.....	17
2.1.4. Intérêts des Bruxellois pour l'exploitation des toitures.....	19
2.2. <i>Identification des toitures</i>	22
2.2.1. Historique.....	22
2.2.2. Les critères de qualité d'une toiture plate.....	22
2.2.3. Éléments constitutifs : analyse de la composition des matériaux.....	22
2.2.4. Les différents types de toitures plates et leurs mises en œuvre.....	26
3. <i>Dispositifs</i>	33
3.1. <i>Toitures bleues, la récolte et gestion des eaux pluviales</i>	33
3.2. <i>Toitures vertes, la biodiversité</i>	35
3.2.1. Les toitures végétales.....	35
3.2.2. Apiculture urbaine.....	38
3.2.3. Un poulailler sur un toit.....	40
3.2.4. Nichoirs et hôtel à insectes.....	41
3.3. <i>Toiture alimentaire, un espace de production</i>	43
3.3.1. Techniques et systèmes de production.....	44
3.3.2. Système de recyclage.....	50
3.4. <i>Toitures productives : récepteurs d'énergies</i>	51
3.4.1. Équipements de production.....	51
3.5. <i>Toitures récréatives, les infrastructures</i>	56
3.6. <i>Toitures surélevées</i>	58
4. Fiches techniques.....	60
5. Mise en situation : le quartier Léopold.....	67
5.1. <i>Un peu d'histoire</i>	67
5.2. <i>Zone d'étude du quartier</i>	68

5.3. Analyses du quartier.....	69
5.4. Un point sur le potentiel des 5e façades du quartier.....	70
5.5. Démarches d'interventions.....	70
5.5.1. À l'échelle du quartier.....	70
5.5.2. A l'échelle du site.....	73
6. Conclusion	80
7. Bibliographie.....	81
7.1. Sites internet consultés.....	82
8. Annexes	85
Annexe 1.....	85
Enquêtes et interviews.....	85
8.1. Interviews "The Urban Farm"	85
ANNEXE 2	87
8.2. Interviews "Peas and love"	87
ANNEXE 3	90
8.3. Enquête : les toitures plates à Bruxelles	90
ANNEXE 4	106
8.4. Vidéo installation de panneaux solaires sur toiture plate.....	106

Introduction

L'évolution de notre futur est une thématique qui a toujours suscité en moi un grand intérêt :
« A quoi ressemblera la ville de demain et comment pouvons-nous envisager d'y construire notre avenir ? »

L'objectif de mon projet en master 1, au sein de l'option matérialité, était de maximiser le site de la « Plaine des Manœuvres ». Cette étude m'a permis de prendre conscience qu'un nombre important de toitures plates couvraient largement cette zone, mais que peu d'entre elles étaient exploitées. C'est grâce à cet exercice que je me suis rendue compte de l'importance de leur potentialité.

(La thématique liée à l'environnement et aux réserves de la planète est relativement présente chez une majorité de citoyens actuellement.) L'environnement et les ressources de notre planète représentent une thématique bien présente chez une majorité actuelle de citoyens. Relayée par les médias, la conscientisation des habitants sur ces questions se fait de plus en plus évidente. Si pour certains il s'agit d'une véritable prise de conscience, pour d'autres il est véritablement question d'enjeux pour demain, car demain, c'est déjà aujourd'hui.

Au-delà d'un phénomène d'actualité, j'ai souhaité porter un choix d'avenir en proposant des solutions économiquement ainsi qu'écologiquement pérennes et intégrées à nos immeubles. Ce choix tente d'apporter à cette réalité citadine une amélioration et un développement de la qualité de l'habitat urbain en zone bruxelloise.

Ainsi, à travers ce travail, je vais investiguer différents potentiels permettant l'exploitation des toitures plates, comme réponse à la problématique de densification urbaine.

Pour ce faire, je me suis basée sur un constat de ce qui nous entoure, les villes et leurs populations. Ensuite, je me suis penchée sur le cas de Bruxelles et plus particulièrement sur celui du quartier Léopold. À travers des visites de sites, j'ai pu ainsi relier la théorie à la pratique.

Afin d'illustrer mes propos, j'ai également interrogé des habitants bruxellois sur leurs infrastructures (aménagement de toitures, jardins, utilisation de compost, panneaux solaires) et l'utilisation de celles-ci.

J'ai alors visé la transition vers une plus grande exploitation des toitures par un apport d'éléments techniques liés à l'identification des divers types de toitures et leurs composantes. J'ai proposé ensuite des dispositifs ainsi que leurs mises en œuvre et adapté plusieurs d'entre eux à ma zone d'étude avant de conclure ce travail.

1. La densification urbaine, une problématique contemporaine

1.1. Constats

De nombreuses recherches démontrent que 50% de l'humanité vit dans les villes alors que ce chiffre n'était que de 3% en 1800. Les campagnes sont désertées, les villes engorgées. Cette situation est à l'origine d'importants problèmes sociaux, économiques et écologiques qui touchent maintenant nos sociétés actuelles.

1.1.1. Phénomène d'urbanisation

L'urbanisation est un phénomène démographique connu qui se traduit par une tendance à l'accroissement et au regroupement de la population dans les villes. En effet, depuis le milieu du XXe siècle les villes n'ont cessé de croître et leur population est en constante augmentation.

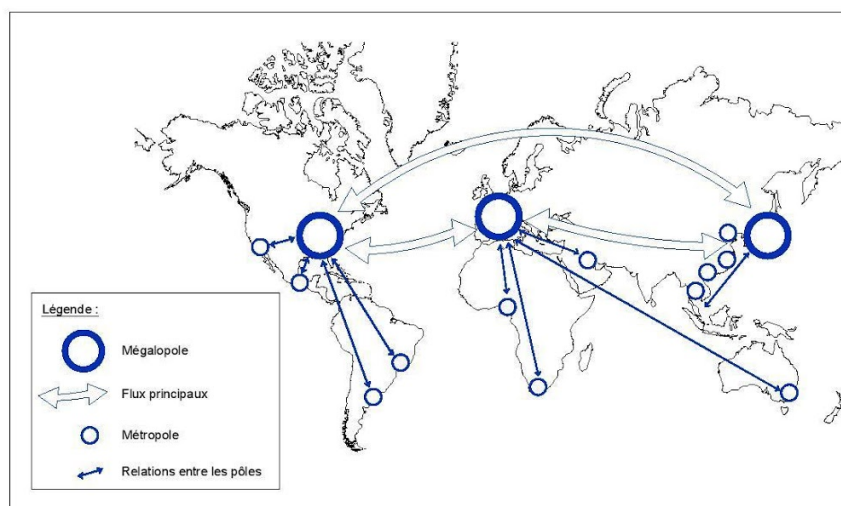
Ce processus de développement et de concentration engendre parallèlement une croissance de constructions afin de loger un maximum de population. Cette pression urbaine s'est réalisée sans forcément réfléchir à la manière d'habiter ces espaces ni aux besoins des occupants de la ville. C'est ce que confirme Delcourt, L. (2007) lorsqu'il évoque véritablement une "explosion urbaine", dont une des raisons, est liée à « *l'urbanisation sans développement* ».

1.1.2. Métropole, mégapole et mégalopole

Progressivement, ces villes gigantesques ont engendré des problèmes urbains et sociétaux. Ces villes n'ont en effet pas eu le temps de s'adapter à ce mouvement. Cette densification accélérée génère avec elle un manque d'équipements spécifiques adaptés au regard du nombre important de citoyens. Aujourd'hui, ces agglomérations devenues gigantesques prennent les noms tels que métropoles, mégapoles et mégalopoles. Les distinctions entre les trois définitions de ces villes s'établissent selon le Larousse 2019 comme, suit : Métropole : "ville la plus importante d'une région, d'un pays".

New York, Londres et Tokyo sont des métropoles, des villes avec une population nombreuse qui exercent un pouvoir économique, politique et social important. Elles peuvent prendre des décisions pour d'autres villes qui l'entourent.

La Mégapole est une très grande métropole et se traduit par une agglomération urbaine généralement peuplée de plus de 5 millions d'habitants. Une Mégalopole est donc un ensemble de plusieurs métropoles qui influencent la planète. Il en existe 3 : les Américaine, Japonaise et Européenne.



Les mégalopoles

Source : <http://www.hgsempai.fr/atelier/?p=329>

Bruxelles se trouve dans la mégalopole européenne qui s'étale entre Londres et Milan. Celle-ci est considérée comme le "cœur de l'Europe". Sa désignation de capitale européenne est due à son dynamisme politique, économique et culturel.

1.1.3. Exode rural

Cette explosion urbaine a engendré un exode rural comme le souligne Brandeleer, C. (2011). Ainsi, la ville de Bruxelles *“peine à affronter les conséquences historiques d’une politique urbaine déconsue, conjointe avec une paupérisation croissante de sa population. Longtemps boudée par les classes moyennes qui préféraient les banlieues vertes à la promiscuité des appartements du centre, Bruxelles s’est vidée d’une partie de sa population durant plusieurs décennies, pour faire face aujourd’hui à un boom démographique sans précédent. Le marché immobilier a vite été saturé, créant une pression importante sur les prix”*.

En effet, ce dynamisme démographique contribue également à l’accélération de la croissance urbaine. Cet exode résulte de plusieurs causes. Les villageois fuient la campagne vers les villes, car ils y trouvent des avantages :

- facilité pour trouver un emploi,
- réseau de transports et de services profitables,
- diversité de loisirs et activités à disposition.

Cependant, il existe des inconvénients à vivre en ville, en effet :

- difficulté à trouver un logement salubre à un coût abordable,
- places de parking difficiles à trouver,
- manque d’espaces verts,
- pollution (déchets, air et bruit),
- stress.

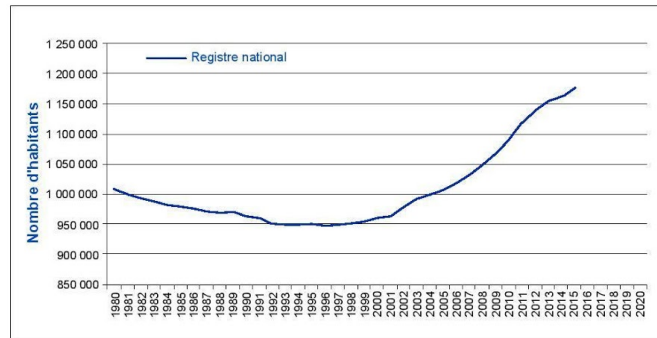
Ces avantages et inconvénients constituent les moteurs et les freins qui encouragent les habitants à s’installer en ville. Par ailleurs, ce phénomène d’exode rural s’accroît en journée à cause de l’augmentation de population qui vient depuis la campagne pour travailler en ville.

1.2. Le cas de Bruxelles

Après avoir brossé les constats de manière générale, penchons-nous sur la ville de Bruxelles afin de définir sa situation.

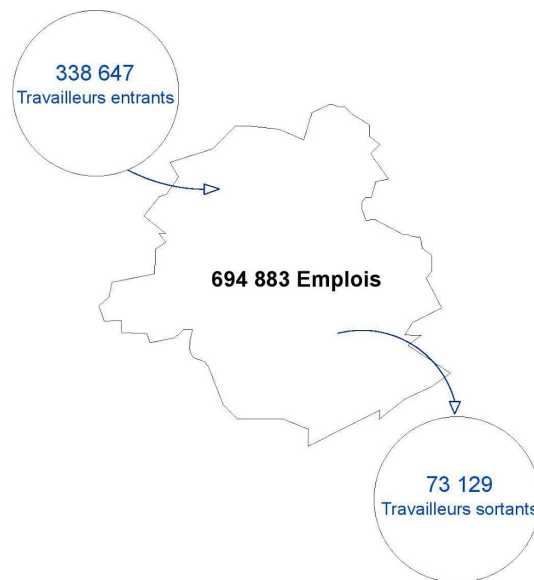
Après un léger déclin, en 1996 et rien que pour la ville de Bruxelles, la population de la capitale n’a cessé d’augmenter au fil des années. Ainsi, en 2017, on comptait plus de 1.191.041 habitants sur la Région de Bruxelles-Capitale, soit une augmentation de 25% par rapport aux chiffres de 1996. Ce qui revient à 7361 habitants au kilomètre carré sur l’ensemble du territoire bruxellois.

Le Bureau fédéral du Plan (BFP 2018) met à jour chaque année les perspectives de l’évolution démographique de la population. Selon celui-ci, la Région de Bruxelles-Capitale va devoir faire face à une augmentation de la croissance démographique d’une importance de 32% d’ici 2060.



Evolution de la population bruxelloise.
Source : SPF Economie - Statistics Belgium

En journée, dû à son pôle d'emplois, près d'un emploi sur deux à Bruxelles est occupé par un navetteur. Ce qui signifie que la moitié des travailleurs de cette ville provient, en majorité, de la Flandre ou de la Wallonie, ce qui augmente considérablement le nombre de personnes dans celle-ci.



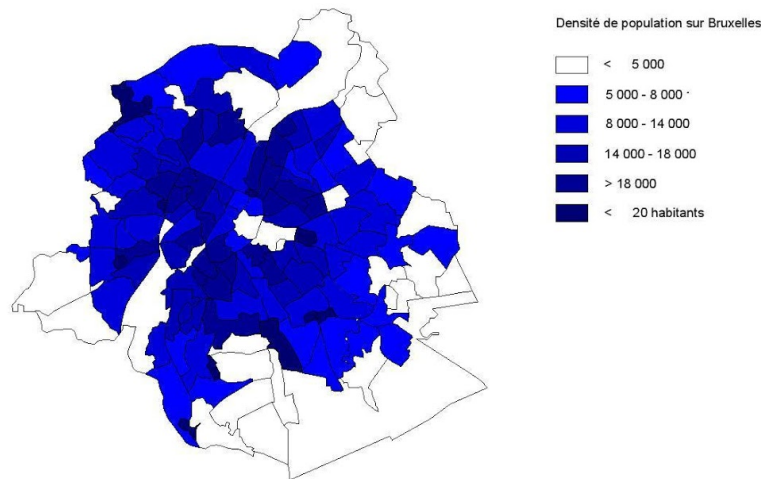
Marché du travail en RBC.
Source : SPF Economie - Statistics Belgium

1.3. Conséquences

1.3.1. Consommation des sols

Bruxelles attire une population qui se voit nombreuse et mixte, ce qui induit un problème de place et un manque d'espace au sol.

Inévitablement, cette hausse démographique engendrera d'importantes conséquences au niveau de la consommation des sols et des ressources énergétiques.



Densité de la population en RBC en 2003.
Source : IBSA, SPF Economie Statistics Belgium/Urbis

En effet, cette pénurie d'espaces au sol demande de trouver une solution à cet accroissement continu de population. Que cela soit au niveau du logement ou des équipements, il faut concevoir une alternative qui puisse répondre à cette problématique. Dès lors, les espaces de pleine terre encore disponibles devraient être préservés de toutes futures constructions au sol au profit de solutions alternatives.

1.3.2. Pénurie de logements de qualité

En regard de la situation due à cette raréfaction d'espaces en Région de Bruxelles-Capitale, on note une probable augmentation du prix des logements ainsi qu'une insuffisance de logements salubres accessibles.

1.3.3. Manque d'équipements

Cette expansion confirme aussi la nécessité de répondre aux besoins sociaux, économiques, mais aussi culturels de la population bruxelloise. En effet, l'importance des équipements et services a une influence directe sur la qualité de vie et l'équilibre social d'une ville. Afin de faire face aux besoins communautaires, il faut donc prévoir suffisamment d'espaces communs libres d'appropriations pour les citoyens. Ces nouvelles zones permettent également la mise en place de lieux de rassemblement, de structures et de reconnexion à la nature.

1.3.4. Pénurie d'espaces verts

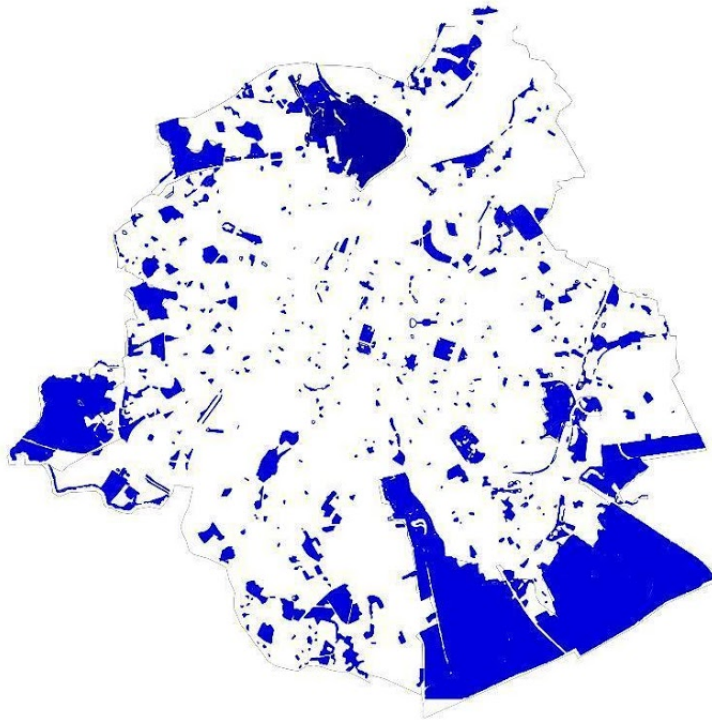
Selon Van de Voorde et al.,(2010). *“L'exploitation d'images satellites haute résolution montre qu'en 2008 la végétation couvrait 54% du territoire régional, ce qui fait de Bruxelles une ville relativement verte. Cependant, comme le constate le plan régional Nature 2016-2020, le caractère vert de la Capitale, s'il est prononcé, ne s'exprime pas sur l'ensemble du territoire régional avec la même intensité. En première couronne, le pourcentage de couverture végétale par bloc d'habitations descend fréquemment sous les 30%, voire même sous les 10% en centre-ville”.*

Malgré les plans mis en place, divers rapports, par exemple celui de Bruxelles Environnement, ont montré que les initiatives prises n'ont pas atteint leurs objectifs de préservation de l'écosystème et des espèces qui vivent en ville.

Il est aujourd'hui urgent de mettre en place de nouvelles stratégies et de nouveaux dispositifs afin de répondre aux besoins en espaces verts.

En ville, en effet, les îlots de verdure se font rares. Tout comme les connexions entre ceux-ci.

Les fragmentations présentes dans ce maillage vert, la taille et la qualité de celui-ci peuvent constituer une menace pour la biodiversité, poussant les animaux à quitter la ville.



Espaces verts dans Bruxelles
Source : www.urbis.com

En offrant de nouveaux espaces et en préservant les îlots verts actuels, ceci permettrait de contribuer à améliorer la qualité de vie et le bien-être des citoyens.

Il est vrai que cette présence végétale apporte un certain épanouissement. Ces espaces verts permettent d'y effectuer des activités physiques ou de détente en plein air. On peut alors y contempler la nature, s'approprier des espaces de liberté, mais aussi partager l'espace de manière collective. Enfin, cela permet de renforcer les liens sociaux et d'entretenir la cohésion entre les citoyens.

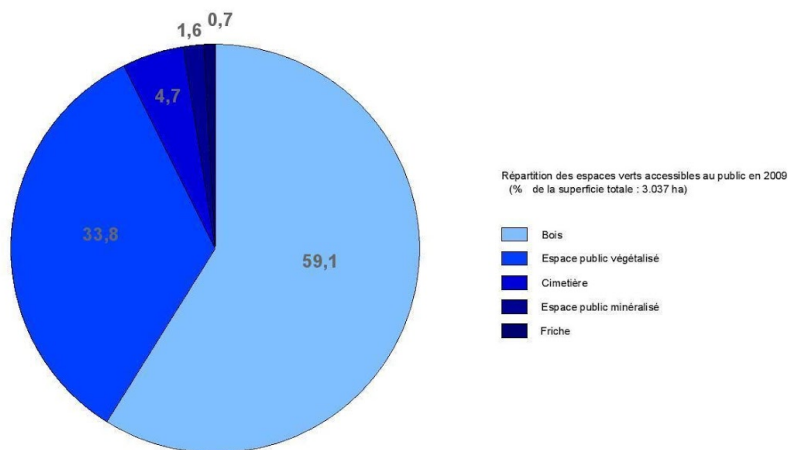
La présence de l'homme et des navetteurs qui entrent avec leur voiture dans la ville pour leur travail a des influences néfastes pour la faune et la flore présentes dans les villes.

La présence d'espaces verts et des activités au sein de ceux-ci ont une influence directe sur la qualité de l'environnement. Ils se répercutent en effet directement sur la qualité de l'air, de l'eau, des sols, du climat ou encore sur l'environnement sonore.

Malgré tout cela, Bruxelles reste une ville où il subsiste un riche patrimoine regroupant différentes espèces telles que les pigeons, renards, chauve-souris, oiseaux et différents insectes.

Soulignons l'importance de la faune et de la flore, de la biodiversité et des espaces verts qui sont essentiels pour le développement naturel des écosystèmes.

Notre capitale possède déjà quelques espaces verts, des grands parcs et des squares. Outre les qualités précitées, ces sites sont là pour assurer certaines fonctions complémentaires aussi utiles qu'agréables qu'elles soient culturelles, sociales ou récréatives.



Catégorisation des espaces verts en RBC.
Source : http://ibsa.brussels/fichiers/publications/minibru/mini_bru_2016_fr

L'accroissement de population implique d'avoir un maintien, voire même un renforcement de la présence d'espaces verts à proximité.

Une partie de cette région comporte encore quelques friches qui pourraient représenter un potentiel intéressant et important pour l'agriculture urbaine. Ces lieux se présentent comme idéaux pour la préservation de certaines espèces et facilitent les connexions avec et/ou entre les espaces verts.

Les points positifs des espaces verts dans la ville :

- sont essentiels au maintien de la biodiversité, aident à abriter les espèces,
- créent une certaine proximité entre l'homme et la nature,
- contribuent à l'amélioration de la qualité de l'air et de l'eau,
- servent de protections des sols contre l'érosion,
- peuvent également servir de réserve afin de stocker les eaux,
- constituent une barrière sonore contre les bruits urbains,
- luttent contre les effets d'îlot de chaleur, donc aident à la régulation de la température contre le microclimat,
- servent de zones d'ombrages,
- participent à un enjeu social, car ils servent de lieux de rencontres et de partage,
- contribuent à un ancrage local pour les citoyens,
- peuvent aussi servir de fonctions récréatives et sportives,
- aident à la diminution du stress urbain,
- favorisent la qualité et l'esthétique du paysage de la ville.

Nous pouvons conclure cette partie en insistant sur l'importance de la préservation de ces espaces sacrés, rares et bénéfiques à tous. Si ceux-ci doivent être préservés, il convient également de mettre en place de nouvelles zones et des dispositifs supplémentaires indispensables afin de gérer durablement l'accroissement démographique.

1.3.4. Nourrir la ville, un enjeu pour demain : difficulté d'approvisionnement, mobilité et déplacements

L'accroissement urbain engendre une demande alimentaire conséquente et évolutive qui engendre des impacts environnementaux et sociaux non négligeables.

Outre cette demande toujours plus importante en produits alimentaires, ceux-ci parcourent parfois des milliers de kilomètres avant d'arriver dans notre assiette. Les agriculteurs locaux sont souvent délaissés, voire remplacés au profit d'une importation importante. Il y a moins d'échanges entre la production et le

consommateur. Tout cela induit divers impacts tels qu'une augmentation d'empreinte carbone, le gaspillage alimentaire et la surconsommation.

Nous notons une différence importante entre le système alimentaire local utilisé autrefois et l'industrialisation mondialisée des produits d'aujourd'hui.

Les habitudes alimentaires ont changé, on ne prend plus la peine de se déplacer jusqu'à l'agriculteur par manque de temps ou d'envie. Ce sont maintenant les produits qui viennent à nous et parfois de très loin. Ils sont acheminés jusqu'aux points de collectes centraux, les supermarchés.

Pour contrer ces conséquences néfastes, il faut viser plus d'autonomie agricole et alimentaire, remobiliser la production dans la ville, réapprendre à bien manger et à cultiver local ou chez soi. Bref, il s'agit de repenser un système d'alimentation urbain.

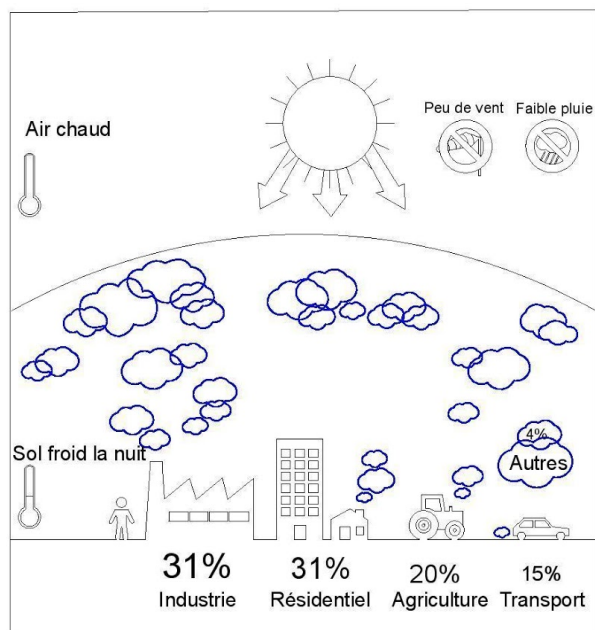
1.3.5. La pollution urbaine

Nous avons vu que l'augmentation démographique bruxelloise entraîne un certain nombre de facteurs environnementaux délétères pour la ville. Parmi ceux-ci, figure la pollution. Celle-ci revêt diverses formes : la pollution atmosphérique principalement liée aux transports, la pollution sonore due à l'activité urbaine, la pollution des sols causée par la surconsommation de ceux-ci et les manquements du tri des déchets.

1.3.5.1. *Pollution de l'air atmosphérique*

Un pic de pollution est une valeur élevée indiquant une haute concentration de polluants constitués de particules fines et de dioxyde d'azote présent dans l'air ambiant et qui dégrade la qualité de celui-ci.

Ces polluants proviennent principalement des pots d'échappement de véhicules, mais pas exclusivement. Ils sont également liés aux activités humaines et industrielles. Régulièrement confrontées à une mauvaise qualité de l'air en ville, les conditions météorologiques, les saisons et les typologies de polluants peuvent aussi représenter des facteurs liés à ce phénomène.



Qualité de l'air en ville.

Source : <https://blog.cityscan.fr/pollution-de-lair-se-proteger>

Cette pollution est représentée par les bruits de la vie en général. Les nuisances de chantiers et travaux divers, voisins, enfants, animaux, trafic et transports peuvent représenter une gêne parfois sérieuse pour les citoyens. Selon Bodart M.(2018), on distingue plusieurs types de bruits.

Les bruits structurels qui sont liés au trafic de la route, transports en commun, camions de collecte des déchets, de nettoyage de la ville par exemple.

Les bruits conjoncturels quant à eux sont des bruits plus occasionnels, qui ne sont donc pas présents tout le temps. On les perçoit comme les nuisances liées aux chantiers, soirées, terrasses de café, tondeuses, enfants, chiens, bruits de voisinages, marchés, foires par exemple.

Les bruits aériens sont les bruits qui sont dus à la propagation du son dans l'air. On peut prendre l'exemple de la musique qui provient de chez le voisin.

Les bruits solidiens sont reconnus comme des bruits d'impacts directs entre la source du bruit et la structure (sol et les murs). Ils sont donc dus à des bruits de pas, chocs d'objets sur le sol.

Il existe diverses conséquences dues à ces nuisances qui peuvent perturber la qualité de vie, la santé physique et mentale de l'homme, mais aussi celle des animaux.

Comment faire pour réduire cette pollution sonore ?

Il existe déjà des plans et normes mis en place en Région bruxelloise visant à diminuer l'intensité du bruit de voisinage. Cette législation accepte un seuil de bruit maximal pour toutes activités ou installations. La réglementation mise en vigueur pour ces seuils dépend des endroits, mais est également fixée par rapport à une plage horaire, du jour de la semaine et pour les jours fériés. Cette législation est donc adaptable en fonction de l'endroit occupé que ça soit à l'intérieur ou à l'extérieur d'un immeuble, le seuil acceptable y est différent.

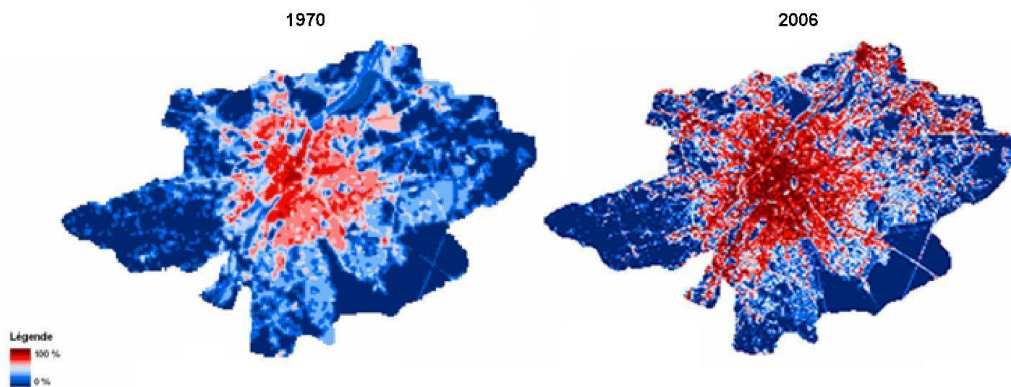
Des mesures supplémentaires pourraient être envisagées comme de nouveaux aménagements et solutions urbanistiques adaptées.

À l'échelle de la ville, des aménagements de parcs, places et rues pourraient créer des barrières et effets de masques. Se déplacer en transport en commun voir de manière non motorisée et prendre le vélo, la trottinette ou encore se déplacer à pied sont des moyens de transport écologiques et économiques, mais surtout plus silencieux et moins polluants. Ils évitent également la demande d'un parking.

1.3.6.3. Pollution des sols

D'après Bruxelles Environnement, près de 18 000 terrains représentant 17,6 % de la superficie totale du territoire régional bruxellois ont été identifiés comme susceptibles de présenter un risque de pollution du sol ou de l'eau souterraine.

Les sources de ces pollutions proviendraient de différentes causes. Principalement celles-ci seraient dues aux activités des entreprises, mais pas seulement, l'urbanisation croissante provoque une augmentation des surfaces imperméables.



Pourcentage des surfaces imperméables en 1970 vs 2006 en RBC.

Sources : http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/STUD_2006_ImpermeabiliteSolsRBC

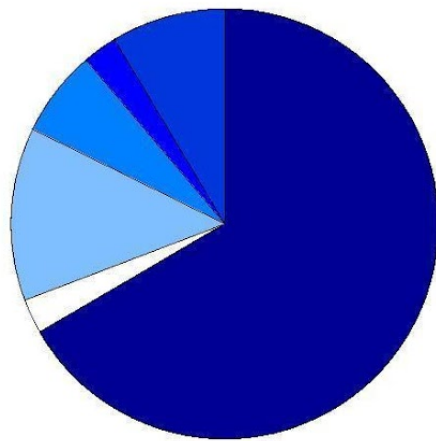
En effet, dans les centres urbains, cette demande de construction amène à une utilisation intensive des sols, ce qui cause des problèmes d'inondations.

Ces surfaces sont pourtant nécessaires à la biodiversité, à la production d'espaces verts et au stockage de l'eau de pluie.

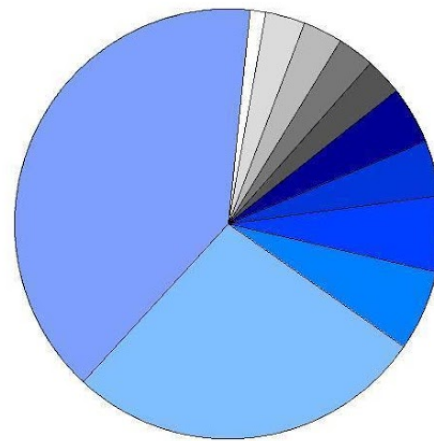
1.3.6.4. Gestion des déchets

Les quantités de **déchets non ménagers** produites chaque année en Région bruxelloise sont quant à elles estimées à 1,5 à 2 millions de tonnes.

D'après Bruxelles-Propreté, en 2016, 479.000 tonnes de **déchets ménagers** et assimilés ont été collectées, tous types de collectes confondus soit approximativement 450 kg/habitant.



Déchets ménagers collectés (2011)



Déchets non ménagers collectés (2007)



Quantité collectée de déchets ménagers - Source gauche : http://statistics.brussels/files/publications/focus-de-lbsa/focus_05_juin_2014
 Quantité collectée de déchets non ménagers - Source droite : https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/dechets_rbc.pdf

Cette production considérable de déchets est directement liée à notre mode de consommation, ce qui génère un impact catastrophique sur le point environnemental.

On peut donc redouter la gestion de cet aspect au regard de l'augmentation et de la densification de population des grandes villes qui ont de plus en plus de mal à se débarrasser de ces déchets.

Ainsi, le schéma actuel de consommation et d'utilisation serait remplacé par un mode plus respectueux de notre environnement. Il y reprend une notion de **prévention** liée à l'économie des ressources et à la gestion des ordures. Il inclut également une phase plus importante de **réutilisation** (les vêtements de seconde main en sont un parfait exemple). Il est aussi vrai que l'on pourrait récupérer l'énergie produite de la réaction de combustion de certaines ordures non recyclables.

L'élimination est la dernière étape possible dans le cas où un déchet n'est pas recyclable, valorisable, ou réutilisable.

Repenser notre mode de fonctionnement et de consommation paraît donc primordial.

1.3.6. Phénomène de l'îlot de chaleur

Apparue vers le milieu du XX^e siècle, l'expression « îlot de chaleur urbain » (ICU) fait référence à un phénomène dû à l'élévation de température située exclusivement en milieu urbain. Selon Futura Science, « *ces îlots thermiques sont des microclimats artificiels provoqués par les activités humaines et l'urbanisme* ».

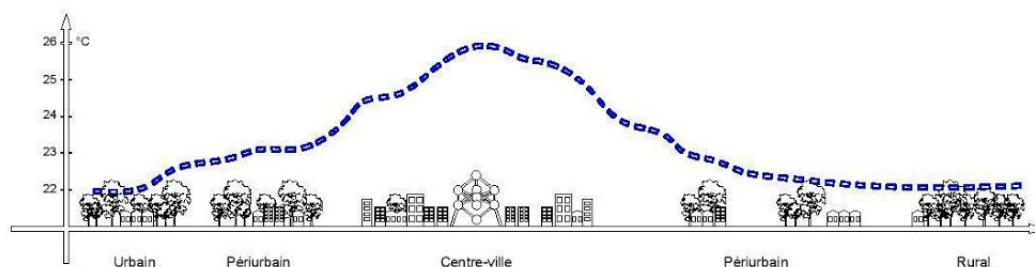
Notre capitale ne fait malheureusement pas exception à ce phénomène.

L'augmentation ciblée à certains endroits de ces températures serait donc liée à plusieurs facteurs tels que l'urbanisation, la présence de polluants liés à l'activité humaine (gaz de combustion rejeté par les voitures, air chaud provenant des systèmes de ventilation), le manque d'aération (vent ou courant d'air) qui empêche la dispersion des polluants et de la chaleur accumulés, des conditions météorologiques spécifiques (temps clair et peu de vent), le manque d'espaces verts et de point d'eau qui constituent des

moyens de rafraîchissement, les différences de températures dans et à l'extérieur de la ville et l'utilisation de matériaux de couleurs sombres pour les routes et les bâtiments.

1.3.7.1. Principe de ce phénomène local

L'apparition de ce microclimat que l'on retrouve sous forme d'un dôme thermique au-dessus de la ville de Bruxelles est formée par des températures chaudes et élevées. Plus on se rapproche du centre de la ville, plus les températures augmentent.



Îlot de chaleur en milieu urbain.

Source : <https://environnement.brussels/etat-de-lenvironnement/rapport-2011-2014/climat/focus-ilots-de-chaleur>

1.3.7.2. Les conséquences de ce phénomène

Ainsi, ses répercussions démontrent un impact important sur la santé, mais également au niveau du confort. Des changements météorologiques peuvent être provoqués à cause de ce microclimat.

Selon une étude publiée en mars 2018 dans *Physical Review Letters*, aux États-Unis, le phénomène d'îlot de chaleur urbain concerne plus de 80 % de la population vivant dans les zones urbaines.

Selon Hamdi et Al (2009), à Bruxelles, on note une différence de températures nocturnes importante de 2,5°C entre le centre de la ville et les villages aux alentours.

2. Initier la transition

Les conséquences développées précédemment résultent d'une forte concentration de population en zone urbaine cumulée à de mauvaises habitudes prises par l'homme.

L'objectif de demain serait d'initier une transition, en mettant en place des stratégies qui répondraient aux nouveaux besoins de la ville, dans le but de préserver un certain équilibre sur l'ensemble du territoire régional.

La mise en place d'une nouvelle politique environnementale permettra d'atteindre ces objectifs.

Au fil de mes recherches et de mes lectures, il apparaît que les principaux leviers d'une politique environnementale durable et indispensable visent différents aspects.

Les aménagements que nous allons proposer soutiennent ces aspects. Parmi ceux-ci, une consommation locale, ou la gestion des ressources par exemple permettent de créer un nouveau lien logique entre les usages et les fonctions des bâtiments. En outre, ils permettent une meilleure mixité de la ville. Ceux-ci ont comme autre objectif de viser une certaine autonomie agricole et alimentaire. Ils permettent également de diversifier la mobilité, de végétaliser la ville, mais aussi de protéger la santé et le climat. D'autre part, ils aident à diminuer la consommation énergétique, gèrent tant eaux usées et pluviales et valorisent les déchets. Tous ces procédés formeraient le but de cette nouvelle politique.

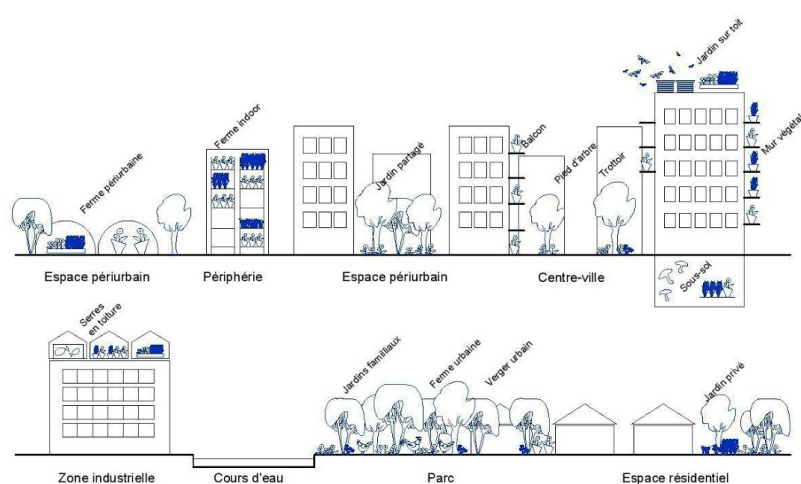
Les moyens d'action que nous proposons consistent tout d'abord à repenser la localisation du lieu de production alimentaire et à remanier notre mode de déplacement. Ils visent des critères de consommation de proximité durables tout en privilégiant des circuits courts locaux, voire bio. Ils permettent ainsi de valoriser et d'optimiser les surfaces non occupées, et par la même occasion amènent également à intégrer

de nouvelles fonctions en ce, de nouveaux espaces verts de proximité. Enfin, ils luttent contre l'imperméabilisation des sols et créent des îlots de fraîcheur au coeur de la ville.

Ces nouvelles stratégies pourraient déboucher sur une amélioration de l'alimentation locale et bio pour les citoyens. Parallèlement cela favoriserait une relance économique pour les petits agriculteurs. Cela permettrait aussi de créer de nouveaux espaces pour se loger, favoriserait une nouvelle gestion des déchets et des eaux. Mais serait également une manière de préserver l'environnement, la biodiversité et les espaces verts tout en diminuant l'empreinte carbone et la température à certains endroits due aux nombreux transports.

2.1. Solutions proposées pour l'exploitation des toitures

Trouver de nouveaux endroits tels que balcons, terrasses, toitures à exploiter représenterait un complément utile aux espaces déjà existants.



Surfaces exploitables

Sources : <https://environnement.brussels/sites/default/files/pres-180621-tv-2-2-agriu-fr.pdf>

Les toitures pourraient représenter dès lors de nouveaux espaces à investir et de nouvelles surfaces à exploiter. Si cette option n'est pas la réponse unique à autant de défis, elle représente un premier pas. En effet, cette solution vise à réduire et à limiter les problèmes liés aux constats précédemment décrits.

Au moyen de cette étude, nous tenterons de mettre en lumière qu'elles seraient les fonctions, les opportunités et les limites adaptables aux toitures plates, ces surfaces trop souvent "oubliées".

2.1.1. Les potentiels des toitures plates

- économie du sol,
- valorisation d'un potentiel : apport en espaces nouveaux et différents,
- nouvelles conditions de vie,
- possibilités d'intégrer de nouveaux équipements, de nouvelles stratégies, de nouveaux usages, donc création de nouveaux espaces interactifs, une nouvelle ville au-dessus de la ville,
- nouvelles polarités,
- espaces productifs,
- attractivité pour la ville.



Source : <https://jardinage.lemonde.fr/dossier-2018-toit-terrasse.html>

2.1.2. Conditions et limites

Toute toiture n'est pas adaptée pour une reconversion. Celle-ci doit en effet répondre à un certain nombre de critères qu'ils soient économiques ou techniques.

Les critères qui permettent d'évaluer les potentialités d'une toiture sont les suivants :

- surfaces d'exploitations minimales,
- capacité structurelle d'accueillir de nouveaux usages,
- position stratégique dans la ville,
- accessibilité en fonction de son usage projeté,
- type de toiture adéquat pour la fonction projetée,
- compatibilité avec la fonction du bâtiment,
- potentiel de création de connexions entre les toitures avoisinantes et donc de recréer une autre manière de vivre sur les toits.

2.1.3. Les critères de sélection d'une toiture via une grille de lecture

Dans cette partie, nous allons décrire un outil dont l'objectif premier est d'analyser un site choisi et d'évaluer ses besoins. Le second objectif vise à proposer un programme architectural répondant aux attentes des habitants.

Cet outil suggestif permet de comparer et de sélectionner la toiture qui serait là plus à même de répondre à l'aménagement de dispositifs sur celle-ci.

Cette grille d'évaluation a été élaborée selon deux critères définis.

Le premier concerne les **critères relatifs au programme, et à l'usage** et liés au cadre et à la qualité de vie, ils répondent également à la demande d'équipements de la ville.

Le second vise les **critères liés à la technicité du bâti**, entendons par-là tout ce qui touche aux contraintes physiques du site.

Pour définir la sélection de la toiture la plus adéquate, les différentes toitures mises en compétition seront questionnées sur l'ensemble des points décrits plus bas. L'utilisation de cet outil repose sur un choix de propositions à cocher.

Grille d'évaluation : les critères de choix

Conditions d'usages liées au programme

Mixité	Le site est-il situé dans une zone qui permettrait d'augmenter le taux de mixité de la zone ?	☐	☒
Mobilité	Le site se trouve-t-il dans une zone favorisant la mobilité douce et les transports modaux durables ?	☐	☒
Densité	Le site se retrouve-t-il dans une zone à densifier ?	☐	☒
Paysage urbain	Le site présenterait-il des perspectives d'intégrations au contexte urbain ?	☐	☒
Amélioration du bâti existant	Une installation apporterait-elle une plus value au site ?	☐	☒
Economie locale	Le site se trouve-t-il dans une zone qui pourrait favoriser le local et ainsi augmenter l'économie circulaire ?	☐	☒
Biodiversité	Le site se trouve-t-il dans une zone où l'on pourrait préserver la nature, valoriser et développer l'équilibre de la biodiversité ?	☐	☒
Qualité de vie	Une telle intervention augmenterait-elle la qualité de vie du site ?	☐	☒
Gestion de l'eau	Une telle intervention améliorerait-elle le potentiel de gestion des eaux pluviales au site ?	☐	☒
Espace public et vert	Une infrastructure apporterait-il une nouvelle zone verte au site ?	☐	☒

Contraintes techniques

Occupation de la toiture	Le site présente-t-il des possibilités de rehaussement (construction neuve) ou d'occupation de la toiture ?	☐	☒
Imperméabilité du sol	Une intervention permettrait-elle de diminuer la perméabilité du sol sur le site choisi ?	☐	☒
Logement	Le site accepterait-il les charges liées à un nouveau logement ?	☐	☒
Energies renouvelables	Le site accepterait-il les charges liées à une telle installation ?	☐	☒
Rénovations	Le site accepterait-il une rénovation ?	☐	☒
Accessibilité et sécurité	Le site est-il accessible et sécurisé pour un éventuel entretien des installations ?	☐	☒
Isolation	La mise en place d'équipement augmenterait-il l'isolation thermique ou acoustique du site ?	☐	☒

2.1.4. Intérêts des Bruxellois pour l'exploitation des toitures

2.1.4.1. Enquête de terrain (Annexe 2)

Nous allons ici nous intéresser à des aspects en lien avec notre problématique, et directement issus du terrain. En effet, l'idée d'exploiter ces surfaces ne se résume pas uniquement aux grandes toitures publiques ou à celles des entreprises, les toitures des particuliers représentent également un outil d'exploitation potentiel.

Dès lors, il est apparu judicieux de nous pencher sur celles-ci. Pour ce faire, nous avons mené une enquête auprès d'un panel de Bruxellois afin d'une part d'effectuer un état des lieux de leur environnement quotidien, de l'utilisation de celui-ci et d'autre part, analyser la pertinence de nos propositions.

Nous avons également souhaité évaluer leurs intérêts sur le sujet. Nous avons alors élaboré un questionnaire reprenant différents items en lien direct avec notre projet.

2.1.4.2. Méthode

Le questionnaire s'est structuré et organisé autour de cinq axes décrits dans le tableau ci-dessous et qui nous semblaient intéressants à soulever.

Le premier axe vise tout d'abord des questions relativement générales. Ainsi, nous avons interrogé les habitants sur leur situation géographique dans Bruxelles, mais également sur des aspects plus pragmatiques liés à notre programme tel que la jouissance de balcon, jardin ou toiture plate.

Le second axe traite des infrastructures que les usagers possèdent et sur la manière dont ils les exploitent. Les propositions visaient le compost, la récupération d'eau de pluie, l'utilisation d'un potager, d'une ruche.

Le questionnaire a dans le troisième axe fait l'objet de propositions liées à des modes alternatifs d'exploitation des toitures visés par notre projet.

Dans le quatrième axe, diverses installations et aménagements sur les toitures plates ont été étudiés. L'installation de panneaux photovoltaïques/thermiques, l'installation de ruches, poulaillers, composts et potagers. Des formations pour adultes ou enfants, des espaces de détente et des infrastructures sportives ont été proposés afin de compléter cette partie. L'enquête a également recueilli leurs préférences et leurs intentions de participation sur telle ou telle proposition.

Enfin, dans le dernier axe, un espace est proposé afin que les répondants donnent libre cours à leurs propres perceptions ou idées.

Les questions élaborées sont de plusieurs types : courtes, à choix multiples ou bien longues. L'enquête a été réalisée par le biais de Google Forms, sa diffusion s'est opérée via les réseaux sociaux, de manière anonyme. Elle n'a d'autre objectif que d'illustrer la réalité quotidienne de certains Bruxellois, notre échantillon représenté par 30 foyers dont 75% de femmes n'étant pas suffisamment diversifié et représentatif.

Tableau des cinq axes (n=30)

Axe 1	Données générales
À propos de vous	
Axe 2	Installations d'infrastructures existantes et vie quotidienne
Les gestes de votre quotidien	
Axe 3	

Modes alternatifs d'exploitations de toiture
Mon projet Axe 4
Axe 5 Suggestions libres

2.1.4.3. Analyse des principaux résultats

Pour une question de visibilité, nous avons choisi de ne retenir ici que les critères les plus pertinents au regard de notre objet de recherche.

Ainsi, si la première partie de l'enquête se contente de récolter une série de données strictement générales, c'est surtout le type d'infrastructure existante et à portée de l'habitant qui est visé.

Nous avons pu déterminer ainsi que le jardin et la terrasse étaient représentés majoritairement avec 61% et 54%. Les toitures plates sont quant à elles présentes à hauteur de 43 % pour les sondés, ce qui laisse entrevoir de belles perspectives d'exploitation. Nous retiendrons, en ce qui concerne cette première partie, qu'il n'est pas dénué de sens d'investiguer plus avant l'exploitation des toitures plates.

Notre échantillon dément cependant le constat établi par Brandeleer, C. (2011) citée plus haut. En effet, l'auteur indique majoritairement des locataires comme habitant Bruxelles. Or, notre échantillon nous démontre qu'en l'espèce, c'est l'inverse qui est relevé. Dans notre panel, les propriétaires sont les plus représentés. Cependant, nous ne retiendrons pas ce chiffre eu égard à notre échantillon peu représentatif. Ce constat sera repris plus bas dans le chapitre dédié à la discussion.

Cet axe deux reprend différentes propositions d'exploitation telles que celles que nous proposons dans notre projet. L'intérêt est de mettre en lumière les types d'infrastructures déjà existantes et dans quelles mesures elles sont utilisées.

Si la culture de plantes en pots est courante, il semble que les plantations dites "en pleine terre" soient relativement importantes, car elles représentent une proportion de 68%. Le jardin d'agrément remporte tous les suffrages avec 79% et reste inconditionnellement une valeur sûre.

Cependant, si le jardin d'agrément est le plus utilisé, on remarque avec étonnement que seulement 18% des habitants procèdent à la récupération d'eau de pluie pour l'arrosage de celui-ci ou pour d'autres fonctions. Ceci reste interpellant, car la récupération peut s'effectuer aisément et à moindre coût.

Aussi étonnant que cela puisse paraître, les panneaux solaires sont bien plus utilisés, car 25% y ont recours. Sans surprise, aucun habitant ne possède de ruche, mais 5% d'entre eux possèdent un poulailler.

Concernant le compost nous avons souhaité investiguer plus avant sur la raison et l'utilisation de celui-ci. Les questions ouvertes à ce sujet ont mis en évidence que sans exception tous les sujets interrogés possédant le compost y ont recours pour leur tri de déchets alimentaires. Pour ceux qui ne possèdent pas ce type d'infrastructure, c'est majoritairement un manque de place qui est avancé. La collecte des déchets verts est alors prise en charge par les services de Bruxelles-Propreté.

Au troisième axe, il est apparu que moins de la moitié des sondés (54%) ont connaissance des modes alternatifs d'exploitations de toitures. Cependant, pour ceux qui connaissent ces méthodes, ils citent plusieurs éléments faisant partie intégrante de notre projet comme des potagers, une ruche ou une toiture végétalisée.

Sur l'axe quatre traitant du projet en tant que tel, il a été mis en évidence que si l'enthousiasme sur de telles propositions rencontre favorablement l'avis de 74 % d'entre eux, l'intention de s'y intéresser davantage grimpe à 79 %.

Un potager partagé, un compost, un endroit de détente et des panneaux photovoltaïques sont les éléments plébiscités majoritairement, mais pas seulement. Nous avons relevé que les répondants marquaient un intérêt important 75% concernant les formations sur le sujet à destination des adultes ou enfants. 67% d'entre eux sont aussi intéressés par des animations ponctuelles.

Enfin, le dernier axe a laissé libre cours aux suggestions des participants. Nous retiendrons que ceux-ci mettent en avant l'aspect financier et technique de telles infrastructures, mais, dans l'ensemble, ils y sont favorables.

2.1.4.4. Discussion et limite de l'enquête

Comme évoqué dans notre méthodologie, le questionnaire diffusé n'a eu d'autre dessein que d'illustrer, de refléter succinctement l'intérêt et l'utilisation effective ou éventuelle de tels dispositifs.

Il est a été révélé au cours de ce questionnaire que la représentation des propriétaires y est majoritaire. Or, comme indiqué supra, cette constatation ne peut à elle seule être révélatrice de la situation existante de l'ensemble des habitants. En effet, toujours selon notre enquête, il apparaît que l'ensemble des communes qui composent la Région bruxelloise n'est pas représenté.

Pour aller plus loin, nous aurions pu étendre notre questionnaire aux entreprises bruxelloises, aux bureaux et aux commerces. En effet, il existe déjà sur la ville des sites qui proposent des exploitations ou qui seraient potentiellement intéressés par le concept à l'instar du Delhaize de Boondael ou de l'enseigne Caméléon à Woluwé. Cette étude pourrait être poursuivie à grande échelle en visant les entreprises et les sites privés, afin d'observer l'intérêt de ceux-ci en la matière. Étendre donc cette enquête plus largement, que ce soit en visant un public d'habitants ou des structures plus larges telles les entreprises, pourrait démontrer un intérêt sur le sujet et en préciser les cibles.

2.1.4.5. Conclusion

En conclusion, nous pouvons retenir que l'intérêt des participants sur le sujet est assez important. Nombreux sont ceux qui s'intéressent à ce type d'infrastructures et à leurs utilisations. Lorsqu'ils possèdent l'une d'entre elles, l'usage de celle-ci semble largement exploité. Nous notons également de manière importante le nombre de toitures plates chez les répondants, ce qui mériterait une étude plus approfondie sur les potentiels effectifs de celles-ci.

2.2. Identification des toitures

Nous nous sommes, dans le chapitre précédent, attachés à recueillir des informations concernant les dispositifs que possédaient déjà les Bruxellois. Nous avons alors mis en évidence que 43% des habitants possédaient une toiture plate. Nous nous attacherons, dans ce chapitre, à les définir plus précisément, à analyser les différents types et les éléments techniques susceptibles de recevoir des aménagements tels que ceux proposés dans notre projet.

Par définition, la toiture est un ensemble constitué d'une série d'éléments porteurs destinés à former la partie supérieure d'un édifice. On la considère régulièrement comme la 5^e façade d'un bâtiment. Sa fonction principale est de protéger les occupants des conditions climatiques. Elle est soit inclinée, soit horizontale et peut aussi prendre d'autres formes comme une coupole ou un dôme par exemple.

Selon l'article paru dans Le Parisien (SD), la toiture doit respecter une série de contraintes physiques comme celles de résister aux intempéries, au vent, à la neige, être imperméable ou encore supporter une charge et isoler.

La **toiture inclinée** est reconnue comme une couverture dite "traditionnelle" surtout dans les régions où la neige est fortement présente. Une structure métallique ou charpente en bois assure une stabilité et un support à la toiture. La couverture quant à elle comprend divers éléments tels que le bois, la pierre. Des tuiles, des ardoises ou tout autre matériau de couverture sont placés de manière bien spécifique en pente orientée vers le bas, ce qui a pour effet d'amener l'eau vers la gouttière afin d'éviter que celle-ci ne pénètre dans le bâtiment.

La **toiture plate** est une couverture horizontale qui permet une autre possibilité d'utiliser l'espace comme celle d'une toiture-terrasse. Bien évidemment, une toiture plate ne l'est pas à proprement dit. En effet, là aussi, afin d'évacuer les eaux pluviales, celle-ci doit accepter une légère pente de 5%. Ceci centralise les eaux en un point pour ensuite les rejeter. Son esthétique s'affirme de plus en plus dans l'architecture moderne et on veille à y apporter un aménagement réfléchi.

2.2.1. Historique

Historiquement, ce sont les toitures à versants qui sont principalement utilisées en Europe. Ce n'est qu'à partir de 1850 avec le développement des centres des grandes villes américaines que l'utilisation de toitures plates est apparue. En effet, les toits plats et toitures-terrasses représentent des dispositifs de toitures relativement récents.

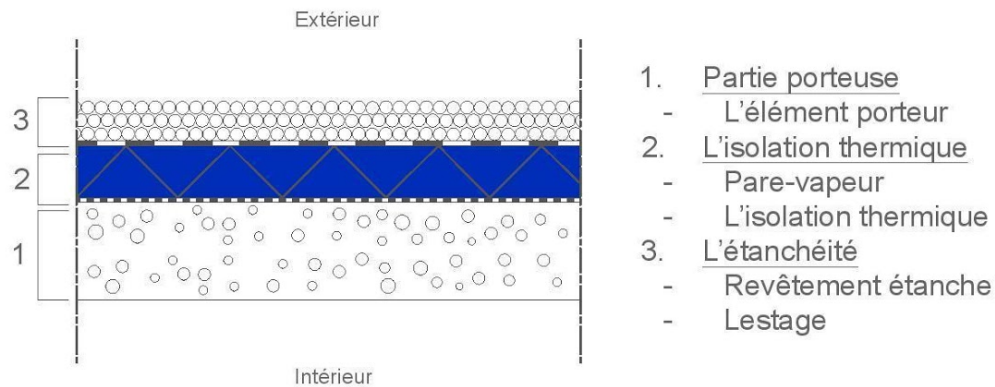
2.2.2. Les critères de qualité d'une toiture plate

Pour être reconnue comme une bonne toiture plate, celle-ci doit être étanche à la pluie, au vent et à la neige même de par ses raccords. Elle doit pouvoir évacuer les eaux pluviales et la neige, isoler thermiquement, résister aux contraintes mécaniques de traction et compression, faire face aux diverses pathologies et faire barrière au phénomène de condensation interne.

2.2.3. Éléments constitutifs : analyse de la composition des matériaux

Voici un point sur chaque élément qui constitue ces toitures.

Conception globale



Coupe conception globale d'une toiture
(Amandine Desmet - 2019) inspiré du cours de Matériaux LBARC1262

2.2.3.1 Élément portant

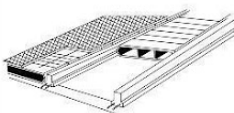
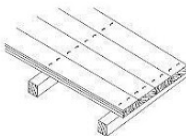
Concernant la partie porteuse (structure), il existe différents supports comme des dalles monolithes, des éléments fractionnés, planchers, panneaux et tôles profilées.

Les éléments porteurs sont des parties structurelles dont les fonctions sont de participer à la descente des charges mécaniques afin de les ramener jusqu'au sol.

En général, c'est le dernier plancher du bâtiment qui doit être conçu afin de répondre à diverses exigences physiques et mécaniques telles que celles de supporter des charges, mais aussi d'éventuelles surcharges. Ces surcharges peuvent être dues à l'utilisation de ce dernier plancher. Il doit également résister aux revêtements utilisés, mais aussi aux diverses surcharges d'entretien.

2.2.3.2. Tableau récapitulatif des différents types d'éléments porteurs.

Types des éléments porteurs

Types	Style	Matériaux	Schémas
Dalle monolithe	Béton armé coulé sur place	Béton armé	
Dalle monolithe	Couche de compression en éléments préfabriqués	Béton ou terre cuite	
Elém. préfabriqués	Eléments préfabriqués en béton sans couche de compression	Béton, béton léger ou terre cuite	
Planchers et panneaux	Planchers en bois	Bois	
Planchers et panneaux	Panneaux de particules en bois	Bois	
Planchers et panneaux	Panneaux multiplex	Bois	
Planchers et panneaux	Panneaux de fibres organiques	Bois et ciment	
Tôles profilées	Tôles profilées	Acier	

(Amandine Desmet - 2019) inspiré du cours de Matériaux LBARC1262

2.2.3.3. Isolation thermique et étanchéité à l'air

En reprenant le point de vue de l'isolation thermique, on y retrouve :

Le pare-vapeur

Comme son nom l'indique, cet élément est une barrière à la vapeur qui permet de garder l'isolant placé dans le mur ou la toiture au sec.

L'explication du phénomène de condensation interne est due à une différence trop importante de pression de vapeur d'eau des deux côtés de la paroi, ce qui engendre de la condensation qui migre alors par diffusion dans la paroi.

Les résultats peuvent provoquer l'apparition de moisissures et ainsi engendrer par exemple des décollements de papiers peints ou l'écaillage de la peinture.

Pour remédier à ce phénomène, il est utile de placer un pare-vapeur telle une "couche étanche" du côté chaud de l'isolant, donc du côté intérieur afin d'arrêter cette transmission. Le pare-vapeur remplit plusieurs fonctions. Il évite la condensation interne trop importante, empêche l'isolant d'absorber la vapeur et l'eau par capillarité (ce qui diminuerait ses qualités) et assure l'étanchéité à l'air.

Il existe différentes matérialités pour cet élément : le papier bitumé, le carton-plâtre recouvert d'une feuille métallique ou encore des bitumes armés de film métallique.

L'isolation thermique

L'isolation de la toiture est importante, car c'est par là que la chaleur de l'habitation se dissipe en premier. Qualitativement, le plus connu des isolants est et reste l'air immobile. En effet, pour isoler une toiture, il faut agir sur les différents modes de transferts de chaleur tels que la conduction, la convection et le rayonnement.

Ce qui isole, ce n'est pas le matériau en tant que tel, mais donc l'air que celui-ci contient. Un bon isolant thermique est un matériau qui permet une bonne conductivité thermique, une certaine résistance mécanique en traction et en compression. Enfin, une résistance à la diffusion de vapeur d'eau, une bonne résistance à l'absorption d'eau et au feu ainsi que des qualités acoustiques sont des éléments importants. Un isolant humide perd de ses qualités.

Il existe différents matériaux isolants tels que les fibres minérales (fibre de verre, laine de roche), fibres naturelles (laine, coton, paille, coco), mousses minérales (béton cellulaire, mousse de verre) et isolants ligneux (bois léger ou paille agglomérée).

Il est important de noter que pour que l'isolation d'une toiture ou d'un bâtiment soit efficace et ne produise pas de ponts thermiques, celle-ci doit non seulement être présente partout avec une épaisseur minimale, mais être également continue. La Région de Bruxelles-Capitale impose dans la nouvelle ordonnance de juillet 2008 relative au PEB un certain nombre d'exigences propres à l'isolation d'une habitation. La valeur U maximale d'un toit est de 0,3 W/m²K pour l'ensemble de l'élément toiture. Une rénovation d'un toit voit son épaisseur être revue de 8 à 12 cm tandis que concernant une construction nouvelle, on préconisera un minimum de 16 cm.

Il existe différents modes de placements de ces isolants par remplissage de la coulisse, à l'extérieur ou à l'intérieur. Les avantages et inconvénients de ces techniques sont multiples, mais le placement de celui-ci du côté chaud de l'édifice reste la meilleure stratégie.

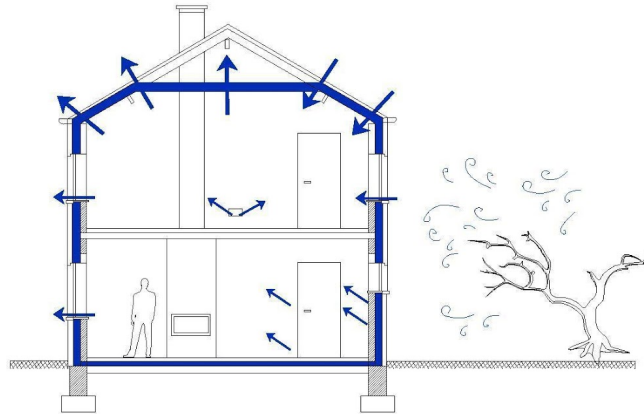
2.2.3.4 Étanchéité à l'eau

Concernant la partie de l'étanchéité, celle-ci comprend :

Une membrane d'étanchéité

Est un revêtement étanche permettant de limiter les pertes d'énergies, de protéger la construction, de favoriser le bon fonctionnement de la ventilation et d'augmenter le confort en limitant les courants d'air.

Une membrane d'étanchéité continue est nécessaire pour assurer le confort de l'habitation, mais aussi pour préserver la durabilité et les propriétés de l'isolant. Cette couche peut être composée de différents matériaux et dépend du système constructif de l'habitat. Pour une construction de type traditionnelle, un enduit formant une barrière étanche sera préconisé. Pour une construction en ossature bois, son étanchéité à l'air s'obtient généralement grâce aux panneaux OSB, composés de particules ou fibres de bois et/ou de ciment assurant la rigidification de la construction.



Coupe : étanchéité à l'air d'une construction
Source : (Amandine Desmet - 2019) inspiré de

https://www.cstc.be/homepage/download.cfm?dtype=bbrcontact&doc=Contact_fr_01_2012.pdf&lang=fr

Un revêtement extérieur

Le rôle de cette couche est d'assurer le maintien des panneaux isolants qui constituent la toiture afin d'éviter que ceux-ci ne s'envolent avec le vent.

La matérialité de ce revêtement peut être soit un lestage soit une membrane.

Pour le lestage, il peut être constitué de différentes compositions. Cette couche d'une épaisseur minimum de 50mm d'épaisseur peut être composée de gravier et être répartie de manière uniforme sur la toiture. Une toiture verte peut aussi assurer ce rôle étant donné qu'elle est composée d'une couche de végétation, de substrat, d'une couche filtrante et d'une de drainage.

La membrane est fixée à chaud ou par collage. Il existe des membranes en EPDM (Éthylène Propylène Diène Monomère), bitumeuse, TPO (Thermoplastique Polyoléfine) ou membranes PVC (Polychlorure de Vinyle). Cette technique de pose de revêtement assure une bonne fixation, mais reste tout de même difficile à démonter ou à réutiliser.

2.2.4. Les différents types de toitures plates et leurs mises en œuvre

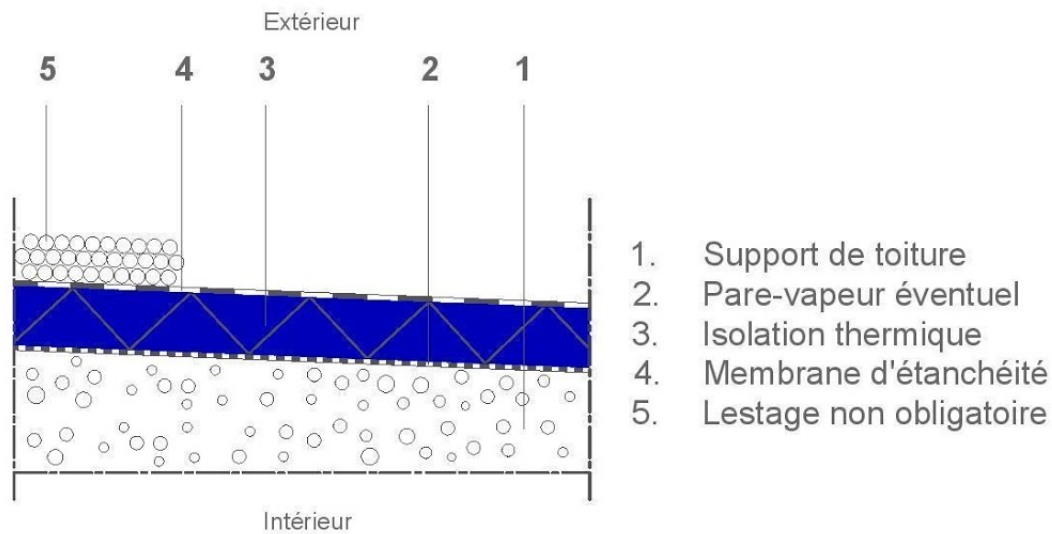
Après avoir défini les différents types de toitures et les éléments techniques susceptibles d'être mis en œuvre, nous nous intéressons dans cette partie à faire le point sur tous les dispositifs et potentiels d'usages susceptibles d'être aménagés sur des toitures de la RBC. Pour ce faire, nous allons les décrire, observer leurs avantages et inconvénients, mais aussi leurs usages. Nous aborderons également les aspects sécuritaires et normatifs.

Nous viserons ensuite la typologie de toiture la plus adéquate, ainsi que son entretien et l'accessibilité nécessaire.

2.2.4.1. La toiture chaude

La toiture chaude est une toiture plate dont la particularité de sa composition est d'avoir un isolant thermique placé sur le support, et ce sans lame d'air entre les différentes couches. L'isolant lui est recouvert par le dessus d'une membrane d'étanchéité et d'un pare-vapeur en dessous entre le support et lui-même. L'étanchéité peut être ensuite recouverte ou non d'un lestage (gravier, sable, végétation) afin de charger, protéger et stabiliser la toiture.

Toiture chaude



Coupe toiture chaude
(Amandine Desmet - 2019) inspiré du cours de Matériaux LBARC1262

Les avantages de ce type de toitures

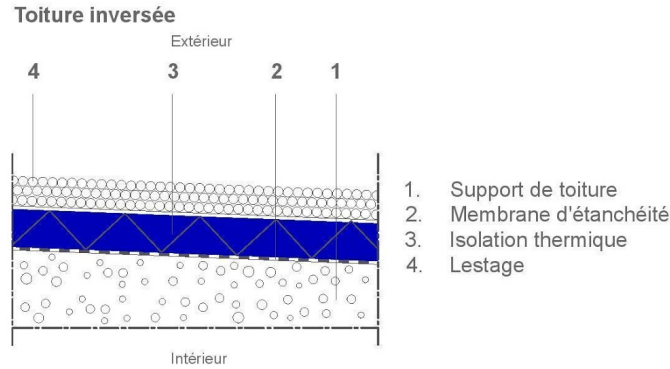
- Légèreté
- L'isolant protégé par la membrane d'étanchéité et du pare-vapeur reste sec et peut ainsi conserver toutes ses propriétés thermiques
- Le lestage n'est pas obligatoire, d'autres alternatives peuvent être envisagées comme des fixations mécaniques ou un collage
- L'isolant étant placé à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment, celui-ci garantit une protection contre les variations de température
- Entretien facile

Il existe néanmoins quelques inconvénients

- La membrane n'étant pas protégée par l'isolant connaît des variations de température et doit être remplacée en cas de rénovation

2.2.4.2. La toiture inversée

La toiture inversée est aussi une toiture plate, mais dans ce cas-ci, l'isolant est placé sur l'étanchéité. Cette toiture ne nécessite pas de pare-vapeur, car sa fonction est assurée par la membrane d'étanchéité située en dessous de l'isolant. Cependant, l'isolant est ainsi exposé à la pluie, mais est lesté.



Coupe toiture inversée
(Amandine Desmet - 2019) inspiré du cours de Matériaux L.BARC1262

Les points positifs des toitures inversées

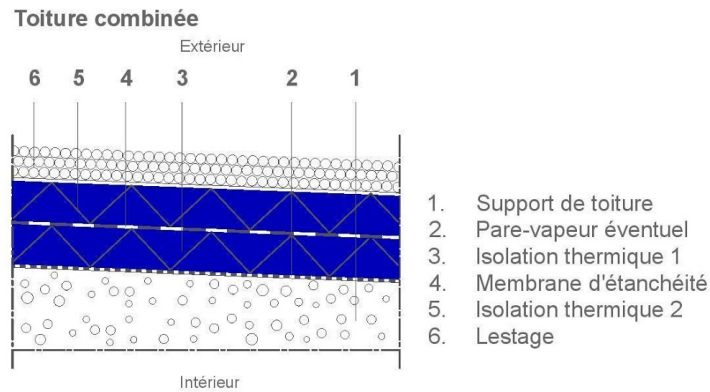
- Dans le cadre d'une rénovation, la membrane d'étanchéité qui est cette fois-ci protégée par l'isolant peut être conservée.
- Cette membrane d'étanchéité joue un double rôle qui est à la fois d'assurer l'étanchéité, mais reprend également les fonctions du pare-vapeur.
- Cette technique de toiture inversée assure la protection de la membrane étanche contre les chocs thermiques et les variations de température.

Les inconvénients de ce type de toitures

- Nécessite la pose d'un lestage
- Pente nécessaire en dessous de 5°
- L'isolant n'étant pas aussi bien protégé que sur une toiture chaude, l'eau s'infiltrant sur la toiture diminue les qualités de celui-ci. Il faut donc prévoir une épaisseur supplémentaire de 20%
- Difficulté d'éviter les ponts thermiques particulièrement près des abords.
- L'entretien est facile

2.2.4.3. La toiture combinée

La toiture combinée est comme son nom l'indique, un mélange entre une toiture chaude et une toiture inversée. L'isolation y est présente sous forme de 2 couches superposées entre lesquelles on y retrouve la membrane d'étanchéité. Un pare-vapeur peut être placé entre le support et la 1re couche d'isolant. Un lestage est obligatoire.



Coupe toiture combinée
(Amandine Desmet - 2019) inspiré du cours de Matériaux LBARC1262

Les avantages de cette méthode

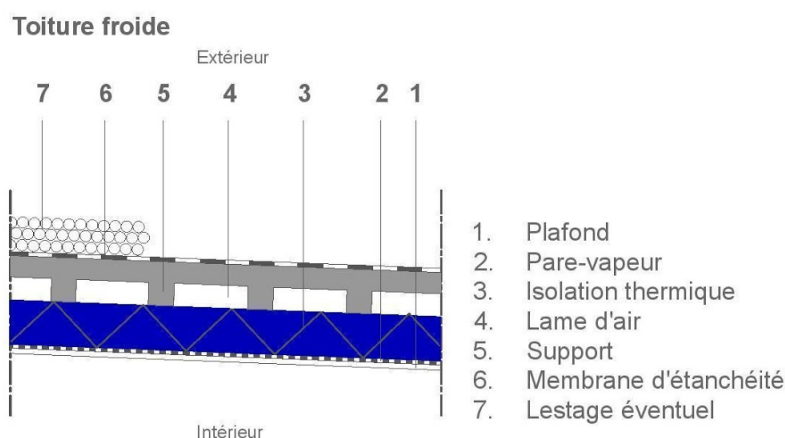
- Le pare-vapeur n'est pas obligatoire
- Grâce aux isolants, il y a moins de risque de condensation sous la membrane étanche et celle-ci occupe une double fonction avec le pare-vapeur
- Cette technique de toiture combinée assure la protection de la membrane étanche contre les chocs thermiques et variations de température

Les inconvénients

- On ne conseille pas cette typologie de toitures lorsque l'épaisseur des couches d'isolations doit être épaisse
- Entretien facile

2.2.4.4. La toiture froide

La toiture froide est un ancien système de toiture plate utilisée il y a longtemps. Il est aujourd'hui fortement déconseillé, car l'isolant étant placé en dessus de l'étanchéité accompagnée d'une lame d'air, l'apparition de condensation interne est inévitable.



Coupe toiture froide
(Amandine Desmet - 2019) inspiré du cours de Matériaux LBARC1262

2.2.5. Évaluer la situation existante

Dans cette partie, nous allons nous intéresser à l'étude préalable de la toiture.

En effet, cette évaluation intervient avant toute mise en œuvre de dispositif.

La toiture a comme fonction première de protéger les occupants des intempéries, de l'humidité, de la chaleur. Si l'on décèle des problèmes structurels ou même d'humidité, elle ne pourra pas remplir sa mission de manière optimale. En outre, son analyse permet de vérifier la faisabilité de mise en œuvre des futures installations ainsi que leurs structures.

Dans les toitures plates existantes, certaines couches de la toiture peuvent manquer ou être abîmées.

Afin de garantir le bon état de fonctionnement d'une telle toiture, il est important d'effectuer quelques vérifications préalables.

2.2.5.1. Inspecter la structure portante

Comme expliqué précédemment, la structure principale d'une dalle de toiture est composée de béton armé coulé sur place, d'éléments préfabriqués ou encore d'une ossature en bois.

Des insectes et des champignons peuvent attaquer le bois et endommager l'ossature, il est donc important de réaliser une inspection de la structure complète et d'y identifier la cause du problème s'il y en a un.

Si les armatures de la structure en béton coulé sur place a été mal placées ou sont abîmées, cela peut réduire la capacité portante du système.

Tous ces problèmes peuvent être la cause de dommages importants s'ils ne sont pas contrôlés puis réparés.

L'arbre diagnostiques

Symptômes → Défaut → Causes probables des dommages → Solutions possibles

Cette étape consiste à vérifier la capacité du toit à pouvoir supporter les charges d'utilisation, de personnes, poids et de l'équipement installé. Pour effectuer cette analyse, il est nécessaire de faire appel à un ingénieur en stabilité ou un spécialiste. Celui-ci déterminera en fonction du type de toiture, la structure de construction (bois, acier, béton) que l'on peut mettre en place. Il évaluera la possibilité de réalisation du projet et vérifiera la possibilité de déplacer ou de supprimer certains éléments de la toiture tels qu'une cheminée, une ventilation ou bien encore une évacuation. Ceci dans le but d'ôter tout ce qui pourrait faire obstacle à l'installation des nouveaux équipements. Après cette étude, l'ingénieur pourra estimer et délimiter la surface aménageable ou si un éventuel renforcement de la toiture est à prévoir.

2.2.5.2. Amélioration de la pente

Afin de s'assurer que l'eau soit bien évacuée en toiture, une pente doit être réalisée.

Certains supports peuvent présenter des pentes insuffisantes ou défectueuses. Ces défauts de pente peuvent être dus soit à un tassement du bâtiment ou à une déformation de celui-ci. L'utilisation d'une toiture plate passe aussi par la remise aux normes de cette pente.

Celle-ci doit être supérieure à 1,5% dans le cas d'une rénovation. Il existe des panneaux isolants qui assurent déjà cette pente grâce à leur forme dénivelée intégrée.

2.2.5.3. Accessibilité

Une toiture plate peut être classifiée selon le besoin d'entretien ou d'utilisation. C'est son accessibilité et sa demande d'entretien qui en détermine aussi le type de recouvrement adéquat. Lorsqu'elle n'est pas prévue pour une circulation ou pour une activité importante, elle ne doit pas être spécialement accessible sauf afin de permettre son entretien. Le revêtement peut être léger ou lourd.

Si par contre elle doit être accessible aux piétons et capable d'accepter des charges importantes (charges d'utilisation ou de circulation), sa protection devra être de type lourde. Ainsi, on prévoira par exemple un carrelage sur chape, du gravier, des dalles sur plots, du béton, de l'asphalte, ou un revêtement drainant.

2.2.5.4. Sécurité et normes

Les risques peuvent être liés à plusieurs facteurs, dont la forme de la toiture, l'inclinaison de la pente, la distance, le revêtement de la surface, le type d'activités pratiquées, les conditions climatiques, la luminosité et l'éclairage.

On reconnaît 3 zones dites “dangereuses” pour les toitures plates. La plus risquée est le “bord de chute” qui correspond aux bords de toitures ou de structures instables et peu résistantes. La seconde englobe la surface à l'intérieur de laquelle une personne qui perd l'équilibre à des risques de tomber de la toiture. Cette surface est représentée par une distance de 3 mètres depuis le bord de la toiture. La dernière zone est la “zone de risque modérée” à l'intérieur de laquelle le risque de chute n'est pas reconnu comme potentiellement dangereux.

Les normes varient d'une commune à l'autre concernant les aménagements de toitures cependant des normes constructives doivent être respectées, peu importe le site. Pour assurer la sécurité des usagers, une marge de recul entre l'installation et le bord de la toiture doit être prévue. Celle-ci dépend de l'aménagement mis en place. Il en va de même pour l'installation d'une clôture ou d'un garde-corps. La norme NBN B - 3-004 est de minimum un mètre dix de hauteur dont la distance entre les barreaux ne dépasse pas 11 cm d'écart afin d'assurer la sécurité de l'ensemble du site.

Pour éviter les accidents et les chutes, il faut également prévoir des protections sur chantier pour les travailleurs comme pour les utilisateurs une fois les travaux terminés.

Les systèmes anti chutes sont :

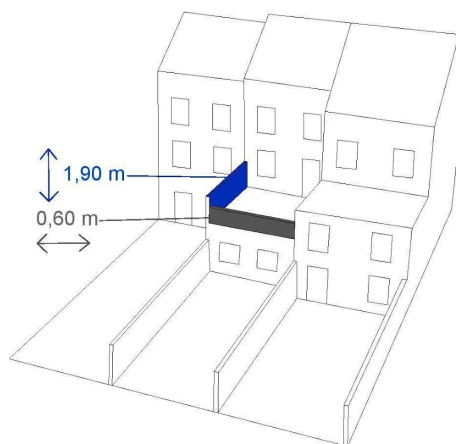
- les parapets, petits murets installés temporairement durant toute la durée des travaux de manière à assurer éviter tous accidents.
- les lignes de vies et harnais de sécurité qui assurent une protection individuelle et permanente. Ce système assure chaque personne sur le toit et est relié par un harnais jusqu'à un point d'ancrage.
- les garde-corps sont des rambarde placées aux extrémités de la toiture plate et qui arrivent à mi-hauteur d'homme afin d'éviter les chutes.

2.2.5.5. Réglementations urbanistiques

En référence à l'article 675 du Code civil, les réglementations concernant les aménagements des toitures plates et vues voisines stipulent :

- une vue droite ou une terrasse doit être placée à minimum 1,90 m de la propriété voisine
- une vue oblique doit être placée à minimum 0,60 m de la propriété voisine

Différents types d'aménagements sont possibles afin de respecter ces obligations comme le précisent Dubois, H. et Holemans, S. (2016).



Réglementations urbanistiques

Sources : Amandine Desmet inspirée de http://homegrade.brussels/wp-content/uploads/Publications_internes/brochures/Homegrade-2016-19-Am%C3%A9nager-une-terrasse-sur-une-toiture-plate.pdf

2.2.5.6. Exposition et vent

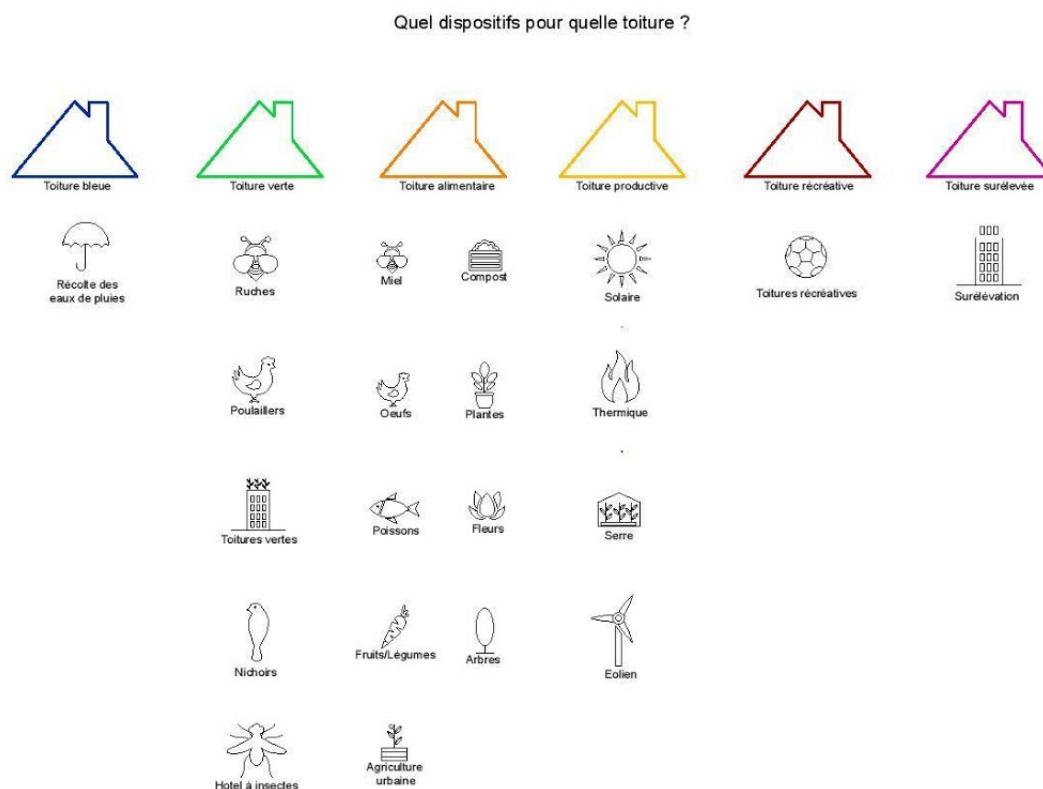
Le soleil est un besoin fondamental pour les plantes, les équipements solaires et/ou thermiques. La situation d'une toiture et son exposition sont donc des points importants à mettre en évidence avant l'installation d'un dispositif. L'avantage d'une toiture plate est en général son exposition souvent située en hauteur ce qui permet de profiter d'un ensoleillement favorable, loin des ombres projetées sur sol. Une étude de l'ensoleillement peut être réalisée afin d'étudier les endroits et les toitures les plus propices à une quelconque installation. Ainsi également, en fonction de certaines plantes qui ont besoin de moins de soleil, on peut envisager de répartir des variétés dans des coins ombragés, et ce dès la conception du projet.

Le vent est généralement plus imposant en hauteur qu'au sol. Il peut être agréable lorsqu'il s'agit d'une légère brise, mais plus dérangeant lorsque celui-ci est important. La mise en place de dispositifs tels que des brise-vent, murs végétaux, structures ou toiles peuvent aider à protéger les installations et cultures présente sur les toitures.

3. Dispositifs

Nous avons précédemment identifié les toitures et les critères de qualité de celles-ci. Nous allons dans cette partie hiérarchiser les dispositifs susceptibles d'être mis en place. Cette hiérarchisation tient compte de la facilité de mise en œuvre, de la plus simple à la plus complexe.

Enfin, nous illustrerons nos différents dispositifs au travers de quelques références de projets déjà réalisés.



3.1. Toitures bleues, la récolte et gestion des eaux pluviales

En ville, l'imperméabilisation des sols, les recouvrements des routes en asphaltes et des surfaces bétonnées perturbent la qualité et empêchent la pluie de pénétrer le sol. Cette eau ensuite contaminée ruisselle rapidement dans les égouts afin de terminer son chemin dans les stations d'épuration. Les opérations d'assainissement des eaux sont des procédés longs et extrêmement coûteux. Rationaliser et limiter les pollutions de l'eau en amont semble donc un objectif intéressant.

D'après l'IBSA (Institut belge de Statistiques et d'Analyses), en 2017, la consommation moyenne d'eau en région Bruxelloise était de 47 mètres cubes par habitant.

Dans cette même région, en 2003, l'IRM (Institut Royal Météorologique) a pu recenser près de 671 litres de pluie par mètre carré. Récupérer les eaux de pluie depuis une gouttière reliée à une toiture d'une surface de 30 mètres carrés permettrait de récolter au moins 20 130 litres d'eau par an.

Si les avantages de cette initiative sont économiquement et écologiquement intéressants, c'est aussi un système qui reste simple à mettre en place et à entretenir. Celle-ci peut ainsi être utilisée pour alimenter des besoins tant privés que publics. Il en garantit également une certaine autonomie.

Les différents systèmes de récupération

La première manière la plus simple de récupérer de l'eau de pluie est d'installer un baril (récupérateur) directement connecté au système de gouttières. Il est très aisé d'en fabriquer un soi-même.



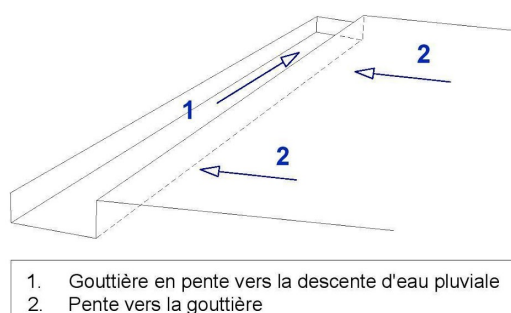
Citernes de récupération d'eau de pluie sur les toitures de la bibliothèque royale

Un autre moyen réside dans un “bac à réserve d'eau”. Simple pot dont le fond contient un réservoir rempli d'eau et qui permet d'arroser moins fréquemment. Cette installation est idéale pour les environnements urbains tels que les balcons, toits ou terrasses.

Le système “goutte à goutte” est un réseau qui permet d'arroser toute sorte de plantations, et ce de manière homogène, selon la quantité d'eau et l'horaire souhaité. Ce réseau est connecté au baril de récupération des eaux pluviales par des tuyaux percés de petits trous, et qui arrose ainsi l'ensemble des cultures.

Toitures stockantes

Les toitures stockantes offrent la possibilité de réduire le débit des eaux de pluie, mais servent aussi de filtre et aident à retenir les pluies à la surface. Le but de ces toitures vise à ralentir le ruissellement via un stockage provisoire des eaux pluviales. Les eaux retenues sont alors évacuées par évaporation ou sont dirigées vers un réservoir.



1. Gouttière en pente vers la descente d'eau pluviale
2. Pente vers la gouttière

Principe d'évacuation des eaux pluviales vers la gouttière

Source : <https://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=tv-nit&pag=244&art=2&niv01=2> 1

Les différentes toitures stockantes se distinguent de par leur revêtement (couche de finition). Les toitures vertes sont quant à elles recouvertes de substrat végétal qui stocke les eaux. Les toitures en graviers emmagasinent les pluies dans leur couche de gravier, couche qui sert également de lestage à la toiture. Les toitures stockantes n'ont pas de finition précise, mais sont composées de plusieurs couches d'étanchéité.

Il est à noter que le type de recouvrement des toitures a un impact sur la qualité, mais aussi sur le taux de récupération des eaux de ruissellement.

Coefficient de ruissellement en fonction du type de toiture :

Type de revêtements des surfaces de collecte	Taux de récupération des surfaces de collecte
Toit plat recouvert de gravier	60%

Toit plat recouvert de matières synthétiques ou bitume	80%
Toit plat recouvert de végétation extensive	50 à 70%
Toit plat recouvert de végétation semi-intensive	30 à 40%
Toit plat recouvert de végétation intensive	10 à 20%

Tableau des coefficients de ruissellement en fonction du type de revêtement

Source : A&C (Ademe et KUL) <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/3-evaluer-le-potentiel.html?IDC=7379#>

Avantages et inconvénients

Plusieurs avantages peuvent être mis en avant concernant ce type de toitures stockantes. Le premier est la simplicité et l'efficacité liée à la conception de la récupération des eaux. Que cette toiture soit grande ou petite, cette méthode peut être adaptée à diverses surfaces et son coût est relativement peu élevé. En plus de filtrer et de réduire le ruissellement des eaux, ces méthodes permettent de garder une température agréable dans l'habitation et d'éviter la surchauffe. Ce type de toit est également favorable au développement de la biodiversité et protège les membranes d'étanchéité. Ce procédé permet un stockage immédiat économique et écologique et l'entretien de ces toitures ne requiert que deux visites par an. Ces visites viseront à vérifier si les systèmes d'évacuation ne sont pas bouchés.

En revanche, l'installation de toitures végétalisées à proprement dit s'avère plus complexe et nécessite une réalisation opérée par une entreprise spécialisée. La stabilité de la structure et l'étanchéité de la toiture sont deux points à vérifier avant toute installation complémentaire.

Références architecturales



Toiture en gravier

Source : <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/toitures-stockantes.html?IDC=7079>



Toiture stockante

Source : The urban farm (Boendael)

3.2. Toitures vertes, la biodiversité

Dans le but de répondre aux besoins de la RBC en espaces verts, les dispositifs suivants tentent de satisfaire cette demande.

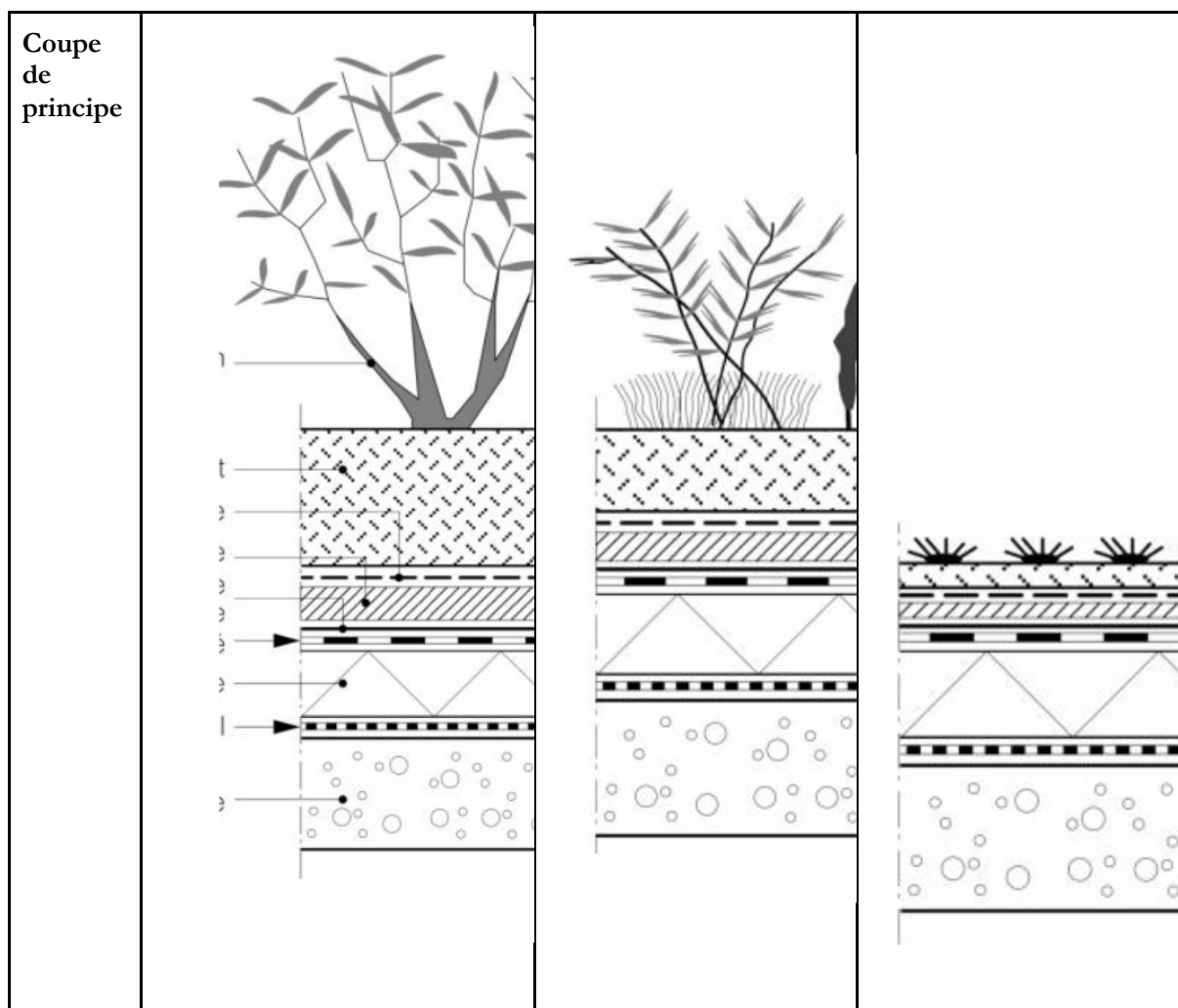
3.2.1. Les toitures végétales

Comme indiqué supra, les toitures vertes sont des toitures recouvertes de végétation (substrat) dont une des but est de stocker les eaux pluviales. En outre, elles apportent de la végétalisation ainsi qu'un espace pour favoriser le développement de la faune et la flore.

Typologie

Il existe deux classes de toitures vertes. On les distingue via leur épaisseur, leur composition et le type de végétation choisis.

	Intensive	Semi-intensive	Extensive
Épaisseur	30-80 cm	10 et 30 cm	10 cm (min 8 cm d'épaisseur pour une toiture ne supportant pas de charges lourdes)
Pente	entre 0 et 5°	entre 0 et 5°	entre 0 et 5°
Type de végétation	arbustive	végétation herbacée	végétation très basse
Aspect	jardin (gazon, fleurs, arbustes, arbres)	prairie (mousses, plantes vivaces)	tapis vert
Charges à prendre en compte	supérieur à 350 kg/m ²	150 jusqu'à 350kg/m ²	30 à 150kg/m ²
Accessibilité	envisageable au public	accessibilité envisageable	généralement non publique, inaccessible
Composition	mélange de matière organique entre 20 et 30% et de granulats calibrés entre 70-80%	mélange de matière organique entre 20 et 30% et de granulats calibrés entre 70-80%	mélange de matière organique entre 20 et 30% et de granulats calibrés entre 70-80%
Retenue des eaux	assez bonne	assez bonne	faible
Entretien	minimum 4 interventions annuelles pas d'arrosage nécessaire	entretien faible à modéré	facile et fréquence de visite faible, 2 fois par an pour le nettoyage et le désherbage
Biodiversité	insectes pollinisateurs et granivores et oiseaux		insectes pollinisateurs
Coût	>200€/m ²	100-250€/m ²	25-150€/m ²



Typologies des toitures vertes

Source :

<https://jaicost.fr/jaicost/assets/cahier-technique-des-toitures-vegetalisees-15-fiches-pratiques-ville-de-paris1.pdf>
<https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/3-composition.html?IDC=7441>

Concernant la mise en place de ces végétations, trois types de mises en œuvre sont requises : les plantations dans le substrat, la pose de tapis sur le substrat et le semis sur substrat.

Réglementation

Notons que l'aménagement d'un toit classique en une toiture verte nécessite l'octroi d'un permis d'urbanisme. Retenons également qu'au-delà d'une superficie de 100 mètres carrés, le RRU (Règlement Régional d'Urbanisme) impose que les toitures plates inaccessibles soient aménagées en toiture verte.

Avantages et inconvénients

Pour ce type de toiture, un certain nombre de bénéfices peuvent être identifiés. En effet, celle-ci permet aux animaux et insectes d'évoluer librement. Notons également que les toitures végétales participent à lutter contre les surchauffes des zones urbaines, tels les îlots de chaleur. Elles améliorent la qualité de l'air de la vie de la ville et celle des citoyens. Elles y apportent une ambiance rafraîchissante et humide grâce à l'évaporation et l'évapotranspiration. Elles sont également intéressantes d'un point de vue physique, car elles augmentent l'isolation thermique et acoustique du bâtiment sur lequel elles se situent. Elles assurent ainsi une atmosphère rafraîchissante qui protège de la surchauffe en été et augmente la durée de vie de la membrane étanche qui compose le toit. Elles régularisent et récupèrent les eaux pluviales. L'entretien requiert environ deux visites annuelles, tenant compte du type de végétation à entretenir.

Les inconvénients dus à ce type de toitures sont liés aux normes incendie complexes à évaluer et à mettre en œuvre avec une telle végétation. Les surcharges, les racines et les appareillages de toitures sont des points d'attention à observer, et ce dès la conception du projet.

Concernant les toitures vertes lourdes de type “intensif”, les caractéristiques techniques d’une telle installation demandent une structure de surcharge admissible spécifique. Ce type de toit nécessite d’être analysé par un ingénieur. Avec le poids d’un substrat assez lourd, il faudra prévoir une structure portante spécifiquement adaptée.

Références architecturales

		
Toiture intensive http://www.zinco.ch/fr/systemes_toits_verts/vegetalisation_intensive/index.php	Toiture semi-intensive Source : http://jardinetoit.be/toits-vert	Toiture extensive Source : http://www.natureequilibre.be/fr/catalogue/2-toitures-vegetales/14-toitures-vertes-extensives/toiture-vegetale-a-bruxelles-centre-ville-47

3.2.2. Apiculture urbaine

Gardiennes de l’environnement, les abeilles sont nécessaires au maintien de la biodiversité et à l’équilibre de la vie. Elles sont indispensables pour la pollinisation des différentes cultures qu’elles soient ornementales ou bien maraîchères.

Une ruche en ville, c’est possible

Selon Bruxelles Environnement, plus de 500 ruches seraient répertoriées sur Bruxelles. Il existe plus de 360 espèces différentes d’abeilles dont une grande partie est classée en voie de disparition. Ce phénomène est dû indirectement à l’activité humaine en ce compris les pesticides et le changement climatique. L’équilibre de notre écosystème étant mis à mal, dès lors, lutter et contribuer à créer des endroits où elles peuvent vivre et se reproduire est un atout supplémentaire pour la préservation de cet écosystème.

Il n'y a pas de problème majeur à placer une ruche dans un milieu urbain, cependant celle-ci va demander plus d'attention. Des visites régulières et une bonne connaissance de la colonie seront nécessaires afin d'intervenir préventivement et de réagir en fonction des besoins.

Réglementations et formations

En pratique, devenir apiculteur ne s'improvise pas et nécessite un certain savoir-faire. C'est ainsi que des formations sont proposées en région bruxelloise. Placer une ruche chez soi, dans son jardin, sur sa terrasse ou sur un toit ou bien encore de manière collective demande aussi de respecter la législation en vigueur. Celle-ci est différente selon la région ou la commune de la future implantation. Il est donc utile de se renseigner avant tout placement de ruche. En outre, un permis d'environnement sera nécessaire pour l'installation de plus de trois ruches.

Avant l'installation

L'environnement d'implantation de la ruche doit répondre aux besoins de l'essaim et être adéquat. Il faut veiller à ce qu'il y ait suffisamment de plantes mellifères à proximité pour la pollinisation, mais pas seulement. Il est impératif d'étudier la proximité avec un autre essaim ou une habitation. En effet, une distance minimale de 20 mètres est à respecter, et ce afin de maintenir le bon fonctionnement de la ruche. La distance peut être réduite de moitié si un obstacle plein d'au moins deux mètres de hauteur est placé entre la ruche et l'habitation.

Les plantes adéquates telles que le pissenlit, les cerisiers et pruniers favorisent l'élevage d'abeilles et sont des variétés de chez nous qui fleurissent tout au long de l'année. Ainsi implantées à proximité elles assureront l'approvisionnement nécessaire de la ruche.

Les critères d'installation d'une ruche

sont les suivants :

- exposition sud-est de manière à être protégé du vent, ensoleillé un minimum, mais qui disposant tout de même d'ombrage
- support surélevé par rapport au sol
- distance minimale de 20 mètres entre habitation et ruche
- facilité d'accès permettant le transport, matériel et entretien
- proximité d'un point d'eau
- potentiel mellifère aux alentours
- poids d'une ruche : 35 à 40 kg
- dimensions d'une ruche : 33x33cm

Matériel et équipement

La gestion d'une ruche nécessite un matériel de l'apiculteur relativement onéreux. En moyenne compter 500€ pour l'équipement complet en ce compris une ruche.

Avantages et inconvénients

- aide à protéger et maintenir la biodiversité en ville
- soutien de l'espèce en déclin
- activité de loisir
- production de miel
- coût d'installation
- formation nécessaire

Références architecturales



Des ruches sur un toit

Source : <https://cultivetaville.com/encyclopedie/apiculture-urbaine/installer-un-rucher-par-ou-commencer/>

3.2.3. Un poulailler sur un toit

L'élevage de poules urbaines apporte de nombreux bienfaits pour la ville. Son rôle pédagogique n'est pas le seul avantage. Il offre une reconnexion à la nature, des produits frais et un recyclage des déchets organiques.

Choix de l'emplacement

Pour être propice à l'installation d'un poulailler, l'endroit prévu doit répondre à certaines prescriptions. La surface nécessaire en ville est d'un mètre carré pour deux poules. Celui-ci doit se trouver au soleil le matin comme le soir et doit également disposer d'une zone ombragée la journée. Il doit offrir un abri, une protection au vent et lorsque la nuit tombe. Il doit également rester à distance des prédateurs. L'enclos doit mesurer un minimum de 1,2 voir 1,5 mètre de hauteur afin qu'elles ne puissent s'envoler. Il doit avoir une distance minimale par rapport aux propriétés voisines (voir réglementation en fonction de chaque commune) et le sol doit être suffisamment perméable afin d'éviter toute inondation. Le poulailler (de dimensions minimales de 150 cm (L), 100 cm (l), 96 cm (H) et poids d'environ 45 kg pour accueillir 4 poules) doit être placé en hauteur afin d'offrir une ventilation adéquate. Il doit également être situé loin des aires de jeux, des zones alimentaires et des jardins. Ceci, afin d'éviter tout contact et contamination dus aux déjections des poules. Une toiture semble donc être un endroit idéal pour une telle installation.

Entretien et accessibilité

L'accessibilité de cette toiture doit être optimale, car quotidienne. L'entretien, la fourniture d'eau et de nourriture et la récupération de la production le nécessitent.

Équipement nécessaire

Poulailler, enclos, mangeoire abreuvoir et nourriture sont les éléments de base indispensables pour l'acquisition d'un élevage. Le matériel peut se trouver en magasin ou peut être construit à la main facilement à base de matériaux recyclés.

Réglementation

Notons que certaines communes bruxelloises interdisent les coqs. À partir de 30 poules, un permis d'environnement est requis.

Avantages et inconvénients

- œufs frais
- donne de la vie au jardin

- responsabilité et pédagogie avec les enfants
- valorisation des déchets, compost naturel
- engrais naturel maison
- nuisances sonores dues au volatiles
- investissement en temps et en argent
- entretien quotidien (récolte des œufs, nourriture)

Références architecturales



Poulailler sur toit du quartier durable Saint Anne

Source : <https://docplayer.fr/4881204-Formation-batiment-durable-toitures-vertes-du-concept-a-l-entretien.html>

3.2.4. Nichoirs et hôtel à insectes

La construction d'abris à oiseaux, ou encore d'hôtel à insectes ne reflète que des aspects positifs. En effet, les insectes sont bénéfiques au maintien de l'écosystème. Ils procurent protection aux cultures et autres plantes des prédateurs. Ils peuvent être utilisés comme pesticides "naturels" et remplacent aisément certains produits chimiques.

Il n'y a pas d'implantation adéquate, on peut les placer sur un balcon, dans un jardin, sur une toiture. La construction d'un nichoir ou d'un refuge est facile, peut être faite main et ne demande aucun entretien.

Équipement nécessaire

- abris
- point d'eau

Avantages

- maintien de la biodiversité
- aucun entretien
- construction simples
- pesticides naturels

Références architecturales



Hôtel à insectes “Peas and Love”



Hôtel à insectes sur le toit de la KBR

3.3. Toiture alimentaire, un espace de production

Pourquoi jardiner en milieu urbain ? Quels sont les bienfaits de l'agriculture en ville ?

Cultivez chez soi dans son jardin, au bureau, à l'école ou encore de manière collective apporte divers bienfaits que nous décrivons plus bas.

Cependant, il y a lieu de différencier l'agriculture urbaine et les potagers collectifs. Si les deux visent une production alimentaire, la première est selon Duchemin, E. (2014). *“Une approche d'intervention sûre, et de réappropriation de, l'espace urbain. Portée par un mouvement social majeur dans les dernières années, celle-ci revendique des actions sur l'environnement urbain (lutte aux îlots de chaleur, biodiversité, gestion des déchets organiques urbains, développement de milieu de vie agréable, gestion de l'eau), sur les sociétés (santé, autonomisation sociale et politique, éducation) et sur la production alimentaire (économie sociale, sécurité alimentaire, justice alimentaire)[3] dans une perspective de résilience urbaine. L'agriculture urbaine est foncièrement multifonctionnelle de par ses activités et ses formes. Que ce soit localement ou nationalement, elle est culturellement ancrée dans le lieu de son implantation”*.

Les potagers collectifs ont eux pour objet selon l'ASBL “le début les haricots” (2014) de *“s'ouvrir au quartier, favoriser la cohésion sociale, favoriser la biodiversité, sensibiliser au jardinage écologique, à l'alimentation saine, au compostage, favoriser la responsabilisation citoyenne, l'autogestion, la participation, la rencontre entre habitants du quartier”*

Avantages

- offre de nouveaux espaces verts pour la ville
- permet une culture bio qui élimine l'utilisation des pesticides et augmente les bienfaits des aliments pour la santé ce qui assure une certaine sécurité alimentaire, même si elle ne peut pas spécialement nourrir toute la ville c'est une première démarche
- mode de production assez simple et peu coûteux
- soutien à la mise en marche un nouveau mode de vie
- améliore la qualité de vie, de l'air, réduit l'empreinte écologique
- diminuer les îlots de chaleurs en ville
- utilisation d'un circuit local visant ainsi à diminuer les coûts de transports
- potagers collectifs : offre un rôle social et communautaire qui en participant à un projet collectif favorise les échanges et le travail en équipe
- mode de production assez simple et peu coûteux
- permet de pratiquer une activité physique, de détente, loisir, tant pédagogique que récréative
- permet une autonomie alimentaire,
- les plantations produisant une barrière aux nuisances sonores de la ville
- création de nouveaux emplois pour l'entretien et la distribution
- sensibilisation des usagers à la diminution et réflexion sur leurs modes de consommation

Choix de l'emplacement

Choisir de cultiver en toiture permet une exposition idéale au soleil. La lumière, besoin vital pour les plantes y est en effet présent à toutes périodes de l'année et est à l'abri des zones d'ombre projetées par les bâtiments environnants. Si la présence de soleil ou de la lumière est trop importante, des structures optionnelles permettent de créer lorsque le besoin s'en fait sentir des zones plus couvertes.

Accès et sécurité

Installer un potager ou des cultures sur une toiture nécessite d'avoir un accès pratique, fonctionnel et sécurisé pour y accéder. Il est utile lors de la conception ou de l'aménagement de celles-ci de prévoir un escalier voir un ascenseur. Le transport du matériel en sera également facilité.

Équipement

Afin d'arroser les cultures, et pallier à l'absence de pluie, il est judicieux de prévoir un accès à l'eau de ville ou à une installation de récolte des eaux pluviales, comme des gouttières vers un réservoir par exemple.

Attention la mise en place d'un réservoir d'eau implique une charge supplémentaire. L'ingénieur ou le spécialiste devra donc prévoir un endroit au préalable qui accepte cette surcharge. Un accès à l'électricité est également très utile pendant la construction, mais pas seulement. Les équipements, outillages et autres objets électriques seront fournis de manière adéquate sans dérouler d'allonges électriques. Des panneaux solaires

peuvent être eux aussi intégrés dès la conception du projet. Ils répondront ainsi à une demande d'énergie et pourront même pallier à d'autres exploitations du bâtiment par exemple.

Finalement, un endroit adapté pour entreposer le matériel à l'abri des intempéries est utile.

Réglementation

Une clôture ou un garde-corps d'une hauteur minimale d'un mètre dix devra être érigé tout autour de la plantation afin d'assurer la sécurité de l'ensemble du site.

Avantages

Quels sont les avantages de cultiver sur les toits ?

- balcons et terrasses offrent de nouvelles possibilités d'aménagements
- les toitures profitent d'une exposition idéale, car moins d'ombres en hauteur
- manière originale de récupérer ces espaces oubliés
- embellis le paysage urbain au sommet des immeubles
- crée de nouveaux espaces et lieux de rencontres pour les citadins
- permet de nouveaux liens, de nouveaux tissus, une nouvelle manière de vivre
- l'augmentation de l'espace d'un immeuble peut, même faiblement, en augmenter sa valeur
- engendre une certaine efficacité énergétique via la récupération de l'eau de pluie.
- mise à contribution des espaces libres pouvant recevoir différentes sources d'énergies écologiques, éolien, panneaux solaires et thermiques
- permettent d'expérimenter de nouvelles méthodes telles que la culture hors sol ce qui offre de nouvelles perspectives

3.3.1. Techniques et systèmes de production

Il existe différentes techniques de culture sur toits. On connaît des techniques dites plutôt traditionnelles comme la culture "hors-sol" c'est-à-dire dans des bacs et pots ou tout simplement sur un sol où la terre a été déposée sur la toiture. D'autres techniques plus innovantes et actuelles émergent telles que l'aquaponie et la permaculture.

3.3.1.1. En pleine terre (voir interview "The Urban Farm" dans les annexes)

C'est une méthode qui utilise de la terre ou mélange composé de terres pour cultiver des aliments. La terre représente un certain poids. Ceci implique la nécessité de recourir à une toiture dont la structure portante soit étudiée et adéquate au regard de la surcharge importante appliquée. C'est notamment ce qui a été appliqué dans le cas de la ferme urbaine "The Urban Farm" qui se situe au-dessus du Delhaize de Boendael. En effet, la structure de ce magasin n'était pas assez solide pour supporter le projet du potager urbain. Une structure supplémentaire a donc été étudiée et utilisée. Celle-ci repose sur les pylônes portants du magasin. Cette conception implique que la toiture initiale ne puisse rien supporter comme charges supplémentaires. La toiture qui ne pouvait au départ ne supporter qu'une charge de 200 kg/m² supplémentaire peut à l'aide de cette nouvelle ossature augmenter sa portance jusqu'à 600 kg/m². Elle peut donc accueillir un potager en pleine terre d'une surface cultivable de 360 m², mais également une serre comprenant une pépinière. La culture sous serre permet de cultiver des plantes maraîchères et horticoles et est un atout en hiver, car les conditions sont les mêmes qu'en été ce qui permet de produire des récoltes tout au long de l'année. Malgré cette technique dite "bio" qui n'utilise donc pas de pesticides, cette méthode ne permet pas d'être labellisée, car due à ce critère "hors sol".



Serre "The Urban Farm"

Il existe des substrats plus légers et écologiques. Ceux-ci sont composés par exemple de bois broyés provenant de l'élagage des arbres et de compost lui-même issus des déchets organiques de la ville.

Ce mode de culture ne permet cependant pas de mettre en terre des plantes aux grandes racines comme des arbres. Si de petits arbres en pots peuvent bien sûr être envisagés ce mode de culture permet tout de même certaines plantations comme de petits arbustes aux plus petites racines tels que des groseilliers, fraisiers, framboisiers, mûriers.

Différents types de cultures maraîchères peuvent se retrouver en culture "pleine terre" telle des laitues, épinards, et autres légumes. Ce procédé permet un rendement non négligeable en fruits et légumes. Rien que pour l'année 2018, The Urban Farm a pu produire entre 400 et 500 kilos de fruits et légumes. Cette production a pu être vendue directement dans le magasin qui se trouve en dessous du potager.

Entretien et accessibilité

L'entretien de ce type de culture se fait quotidiennement tout comme pour un potager ayant un sol traditionnel. Étant située en toiture, l'accessibilité doit être fonctionnelle. Un escalier voir un ascenseur ou un monte-charge sont nécessaire pour l'aménagement et l'entretien.

Équipement

Un arrosage au 'goutte-à-goutte' est le système le plus adéquat afin d'hydrater en permanence les cultures.

Un atelier peut être mis à disposition afin de faciliter la cueillette et le nettoyage des récoltes. Il peut également servir d'entrepôt de stockage de matériel ou d'équipements. Cet espace peut être également dévolu à l'accueillir de divers groupes de formations.

Concernant la serre, celle-ci doit également être pourvue d'un système d'aération ou de ventilation ainsi que d'une installation qui permet d'arroser les cultures.

Réglementation

Nous retiendrons que ce type d'infrastructure nécessite un permis d'urbanisme et une étude de la portance de la toiture.

Avantages et inconvénients

- cultiver hors sol
- production de produits frais, bio et locaux
- cycle fermé d'utilisation et de recyclage via compost
- compost naturel via le poulailler
- l'ajout de ruches est un atout pour la pollinisation des cultures
- productivité toute l'année via la serre
- permet une culture sans pesticides
- amélioration de la qualité de l'air
- nouvelle offre de jardin pour les habitants
- lutte contre les îlots de chaleur urbaine
- aide et renforcement de la biodiversité

- le poids de la terre nécessite une structure adéquate
- demande une certaine logistique pour l'aménagement
- entretien important
- nécessite une accessibilité optimale

Références architecturales



The Urban Farm, le potager urbain au-dessus du Delhaize de Boendael

3.3.1.2. Culture hors sol , Cfr interview “Peas and love” annexe 2

Le principe pour ce type de culture est identique à la culture en pleine terre expliquée précédemment. La différence ici se retrouve dans le fait que le substrat n'est pas directement posé au sol, mais contenu dans des bacs, sur des structures verticales ou encore sur des aménagements de palettes. Une surcharge est donc également à prendre en compte.

Afin d'illustrer nos propos, et mieux comprendre cette démarche, nous nous sommes rendus sur le site du magasin Caméléon situé à Wolluwe. Celui-ci est un partenariat avec Peas and love. Ce dernier offre aux citoyens la possibilité de louer une parcelle sur les 275 cultivée par des agronomes spécialisées. Il se trouve au-dessus de la toiture du commerce. Les locataires n'ont qu'à venir récolter la production de leur parcelle, ils ne doivent donc pas s'occuper de l'entretien.

Nous avons procédé à un interview reprenant notre questionnaire sur les techniques de mise en oeuvre réalisée sur les sites de Caméléon, Wolluwé et sur le site du Delhaize de Boendael. Ceux-ci nous ont permis de faire un lien entre la théorie décrite plus haut et les pratiques constatées sur site.

Comme pour un projet similaire The Urban Farm développé par Delhaize sur le site de Boendael, les produits ne sont pas certifiés bio, car il s'agit d'un système de culture hors-sol. Cependant, le mode de production est le même, ils n'utilisent pas de pesticides ou de produits chimiques.

Ces cultures sont produites dans des cages en mailles métalliques de 3 mètres carrés recto verso. À l'intérieur de celles-ci s'enroule une membrane géotextile qui contient le substrat. Le substrat est un mélange de tourbe, perlites et chips et fibres de coco léger et qui draine l'eau.



Parcelle de 3 mètres carrés chez "Peas and love"

Concernant ce projet, un rendement annuel a été calculé pour une production de 40 kg par parcelle de 3 mètres carrés. Si l'on compte les 275 parcelles, la production de cette initiative engendrerait plus de 11 000 kg d'aliments.

Entretien et accessibilité

Comme pour la technique de culture en pleine terre, l'entretien doit se faire régulièrement avec une accessibilité fonctionnelle destinée à l'aménagement et l'entretien.

Équipement

Les bacs, pots et autres contenants peuvent être confectionnés à la main issue de matériaux récupérés comme des palettes, vieux pneus par exemple.

On y retrouve un arrosage et un atelier du même type que pour la culture en pleine terre.

Réglementation

Notons que ce type d'installation nécessite un permis d'urbanisme comme pour la mise en place d'une toiture verte. Une étude d'incidence doit également être réalisée. Cette analyse a pour but d'évaluer préalablement la portance de la toiture au regard des parcelles ou bacs nécessaire.

Avantages et inconvénients

- production importante et rentable
- jardin ou grande surface superflue, on peut utiliser un balcon ou une terrasse
- culture verticale permettant une production plus importante
- production de produits frais et locaux
- compatibilité avec l'ajout d'un compost permettant d'y jeter les déchets organiques
- création de son propre engrais
- compost naturel via avec un poulailler,
- l'ajout de ruches est un atout pour la pollinisation des cultures
- permet une culture sans pesticides
- amélioration de la qualité de l'air
- lutte contre les îlots de chaleur urbaine
- aide et renforcement de la biodiversité
- nécessitent une structure portante adéquate
- nécessite une étude de faisabilité
- demande une accessibilité fonctionnelle
- entretien important

Références architecturales



Projet "Peas and love" sur les toitures du magasin Caméléon à Woluwé

3.3.1.3. Hydroponie

Selon la Fédération française D'Aquaponie. (2015) si les deux techniques hydroponie et aquaponie semblent similaires en plusieurs points, la culture *hydroponique* se distingue par une méthode artificielle de production de plantes qui permet de cultiver celles-ci dans un autre substrat que celui de la terre, par le biais de l'eau. Les plantes grandissent dans un substrat enrichi de nutriments et dont l'approvisionnement y est constant. Ce substrat peut être du sable, pouzzolane, des billes d'argile ou de la laine de roche.

Ces techniques demandent des connaissances approfondies en agronomie afin de calculer et doser les nutriments nécessaires aux besoins de la plante. Cette méthode permet une production importante et une installation légère. En outre, elle est économe en eau grâce à son circuit fermé. Néanmoins, les aliments ont une qualité gustative moins bonne qu'avec une culture plus traditionnelle.

Voici quelques exemples de possibilités de culture avec la technique de l'hydroponie : herbes aromatiques, tomates, légumes anciens, laitues, brocolis pour ne citer que quelques exemples.

Entretien et accessibilité

Comme évoqué précédemment, l'hydroponie demande des connaissances pointues afin d'élaborer et d'exploiter cette technique. Des formations existent cependant pour permettre d'exercer cette méthode. Une accessibilité et un entretien continuels sont requis.

Équipement

Engrais spécifique et système hydroponique.

Avantages et inconvénients

- technique innovante
- permet une production importante
- ne nécessite qu'une structure légère
- économe en eau
- pas besoin de sol
- utilisation minimale de pesticides
- le substrat peut être réutilisé
- adaptable à n'importe quelle surface ou terrain
- demande une installation importante
- nécessite de bonnes connaissances en agronomie
- culture reste artificielle
- qualité des aliments

Références architecturales



Système d'hydroponie chez BIGH Farm (Anderlecht)
Source ; <https://bigh.farm/fr/products-fr/>

3.3.1.4. Aquaponie

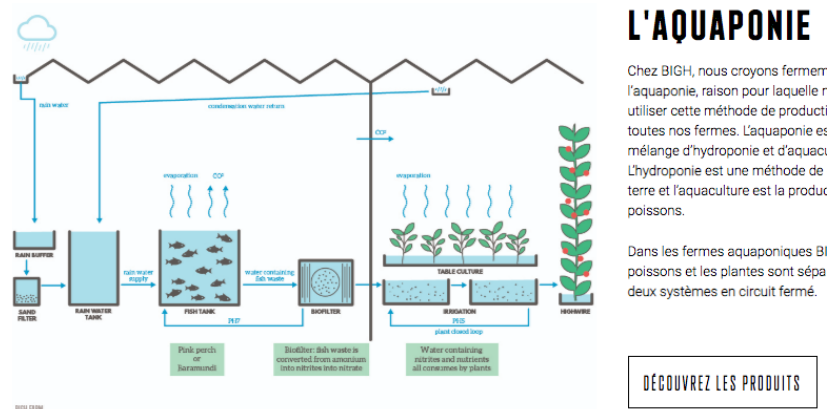
Selon Stalport, B. (2017) “L’aquaponie est une technique de production agricole qui combine l’élevage en aquaculture avec la culture en hydroponie et qui permet de diminuer l’impact environnemental en réduisant les besoins en eau et en nutriments”.

En aquaponie, on intègre l’élevage de poisson: la pisciculture. Ce sont les poissons qui vont induire de manière indirecte, via leurs excréments une source de nutriments pour les plantes.

Toujours selon la Fédération française D'Aquaponie (2015) “une autre pratique de l’hydroponie biologique s’appelle la bioponie, c’est comme l’hydroponie, mais les solutions nutritives sont alors 100% biologiques”

Via la pisciculture et l’élevage de poissons, il est possible de cultiver des plantes. Ce système s’appelle l’aquaponie.

L’aquaponie est système lié à un élevage et une production des poissons de type bar rayé, carpe ou truite. Les poissons produisent des déjections dont on va extraire et récolter les minéraux. Ceux-ci sont alors additionnés à l’eau destinée aux cultures tel un engrais organique. Cette méthode répond alors parfaitement à la demande en besoins nutritifs de l’hydroponie.



Système BIGH d'aquaponie en 2 circuits fermés

Système d'aquaponie chez BIGH Farm (Anderlecht)
Source : <https://bigh.farm/fr/about/>

Entretien et accessibilité

Une accessibilité, un entretien et des connaissances approfondies sont requis pour ce type d'installation.

Équipement

Investissement lourd pour l'installation d'une telle structure.

Avantages et inconvénients

- combinaison de deux élevages : poissons et plantes
- productivité importante
- pas besoin de terre
- demande peu d'espace
- possibilité d'être installé n'importe où
- culture locale
- investissement budgétaire important
- demande certaines connaissances en pisciculture
- portance : 1000 kg/m²

Références architecturales



Aquaponie chez BIGH Farm (Anderlecht)
Source : <https://bigh.farm/fr/products-fr/>

3.3.2. Système de recyclage

Après avoir vu les différentes manières de produire des aliments, faisons un point sur les manières de les recycler.

Le compostage est un recyclage naturel qui permet de fabriquer de l'engrais écologique et économique bon pour le jardinage. C'est un procédé dont le principe est de décomposer et transformer les déchets organiques en engrais riches en éléments nutritifs.

Il permet aisément de réduire les résidus organiques produits par les ménages et cela au départ d'un très petit espace. Nous l'avons vu plus haut, la ville produit énormément de déchets. Trier est une première initiative utile, économique et facile à mettre en œuvre.-

Il existe des points de collectes destinés aux encombrants et autres résidus ménagers. Créer des composts communautaires pour les personnes ne profitant pas d'un jardin ou d'un endroit propice serait une occasion de soutenir et de compléter des collectes déjà existantes. Notons que les poules produisent également un très bon compost et débarrassent des déchets organiques tout en récompensant le propriétaire pas la production d'œufs frais.

Choix de l'emplacement

Posséder et utiliser un compost implique un dégagement des odeurs assez fortes. Ce n'est cependant pas le seul désagrément, il peut également attirer des animaux. Judicieusement, celui-ci sera donc placé dans un endroit adapté au fond jardin par exemple.

Entretien et accessibilité

Le compost ne demande pas d'entretien spécifique mis à part de le retourner de temps en temps afin d'assurer une bonne aération de celui-ci. Il doit être facilement accessible pour venir y déposer les déchets, mais également le vider lorsqu'il est rempli.

Équipement

Confectionner un bac à compost est très facile, on peut également réutiliser d'anciens matériaux par exemple des palettes. Sa taille doit être de minimum un mètre cube afin d'avoir une épaisseur minimale qui va permettre d'atteindre la température adéquate et d'ainsi produire un compost de qualité.

Réglementation

Ne nécessite pas de réglementation spécifique.

Avantages et inconvénients

- réservation de la biodiversité
- amélioration de la qualité des sols
- diminution de la quantité de déchets
- production d'engrais naturels
- facilités de mise en œuvre
- nécessite tout de même un minimum de la place
- attire les animaux
- provoque des odeurs

Références architecturales



Compost chez "The Urban Farm"

3.4. Toitures productives : récepteurs d'énergies

3.4.1. Équipements de production

La consommation annuelle d'une habitation bruxelloise de 4 personnes s'élève aux alentours de 15 500 kWh pour une maison de 100 mètres carrés. Selon Bruxelles Environnement (2010), l'objectif pour l'Union européenne serait de couvrir, d'ici 2020, 13% des besoins en énergies par des énergies renouvelables en Belgique.

Vu la densité de la ville, les panneaux solaires et thermiques sont les premiers dispositifs productifs d'énergie exploitable. Néanmoins, il existe d'autres dispositifs de production énergétique à étudier comme l'utilisation de l'énergie éolienne ou encore la récupération de la chaleur en serre. L'utilisation de ces équipements permet également de diminuer et de limiter la dépendance aux combustibles fossiles.

Les toitures plates en Région Bruxelles-Capitale (RBC) représentent dès lors une opportunité de taille qui permettrait, par ailleurs, de réduire la facture énergétique. Cependant, l'orientation, la volumétrie des bâtiments avoisinants et l'ombrage sont des critères à prendre en compte avant d'y affecter une éventuelle installation de ce type.

3.4.1.1. Production solaire

Présentation et fonctionnement

D'après Bruxelles environnement (2017), depuis 2013, une croissance de la production d'électricité due aux nouvelles installations de panneaux photovoltaïques a pu être constatée.

Les cellules photovoltaïques permettent de convertir la lumière du soleil en électricité. Plusieurs cellules sont connectées entre elles afin de former une surface appelée "panneaux photovoltaïques". D'après le cours de "Physique et Chimie du bâtiment (2012)" de M. Bodart : "La puissance de ce panneau dépend de l'ensoleillement et produit environ 80 kWh par an et par m²".

Une étude de la stabilité de la toiture et de l'étanchéité doit être réalisée avant tout aménagement. Ceux-ci doivent répondre à certains critères afin de maintenir l'ancrage des panneaux en place.

Il est vrai qu'une mauvaise stabilité de la toiture, un ancrage défectueux du lestage additionné aux effets du vent pourraient s'avérer dangereux et risquer d'abîmer les panneaux.

L'orientation, l'inclinaison et l'ombrage sont les éléments les plus importants lors du choix de l'emplacement des panneaux.

© www.ef4.be

		inclinaison par rapport à l'horizontale (°)						
		0	15	25	35	50	70	90
orientation	est	88%	87%	85%	83%	77%	65%	50%
	sud-est	88%	93%	95%	95%	92%	81%	64%
	sud	88%	96%	99%	max 100%	98%	87%	68%
	sud-ouest	88%	93%	95%	95%	92%	81%	64%
	ouest	88%	87%	85%	82%	76%	65%	50%

Tableau de rentabilité d'inclinaison d'un panneau solaire

Source : <https://www.guide-panneaux-solaires.be/lorientation-et-linclinaison-des-panneaux-solaires-photovoltaïques/>

Pose en toiture plate

On recense plusieurs modes de mises en œuvre des panneaux solaires

Nom	Description	Puissance moyenne (Wc/m ²)	Charge moyenne à prendre en compte (kg/m ²)	Illustration

Sur une console	Les panneaux sont placés sur le support en matériau synthétique rempli de lestage. Son poids peut varier de 80 à 100 kg/m ² . L'inclinaison est de 25 degrés afin de minimiser l'impact de la prise au vent. La disposition des consoles se fait sous forme de rangées distantes chacune entre elles pour éviter l'ombre liée aux modules voisins.	50	> 80	 Panneaux photovoltaïques sur console Source : http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/IF%20ENERGIE%20Mod6%20Types%20implantation%20FR
Sur une structure portante	Montés en atelier, les panneaux sont alors fixés sur la toiture au moyen de structures en métal ou plastiques. Cette méthode permet le choix d'une inclinaison optimale et assure une ventilation à l'arrière de la structure. La prise au vent avec cette méthode doit être prise en compte via une charge de lestage adéquate pour résister à cette force.	50 - 80	< 30	 Pose sur structure portante - Projet Limburgse Tuinbouwveiling, Herk-de-Stad Source : http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/IF%20ENERGIE%20Mod6%20Types%20implantation%20FR
L'intégration	L'intégration est la seconde technique où les capteurs solaires vont être directement intégrés à la membrane ne nécessitant pas de structure intermédiaire. Cette solution est moins coûteuse que la précédente méthode. Cependant, les capteurs étant intégrés à la toiture, ceux-ci n'ont pas le choix de l'orientation ou de l'inclinaison.	45	6	 Pose en intégration à la membrane - Projet Colruyt Halle Source : http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/IF%20ENERGIE%20Mod6%20Types%20implantation%20FR

Avantages et inconvénients du système

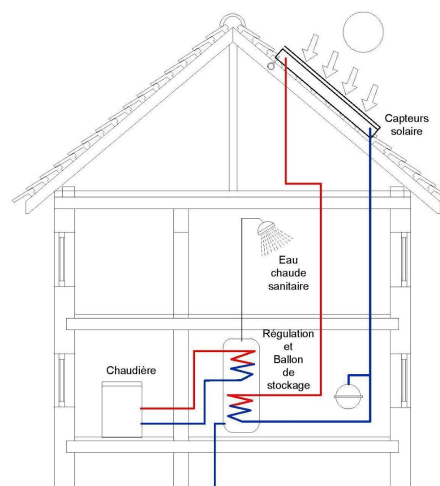
- durée de vie 25 ans
- n'émettent aucun dioxyde de carbone
- bon retour énergétique

- cycle de production et consommation continue
- poids gérable sur une toiture plate
- peu de pertes
- peut représenter un atout esthétique
- facilité de pose en toiture plate
- entretien annuel
- étude de stabilité et d'étanchéité
- demande une orientation et inclinaison optimale
- ne peut se trouver sur des zones d'ombres
- liées aux saisons et à l'ensoleillement
- stockage de l'énergie

3.4.1.2. Production thermique

Présentation et fonctionnement

Les rayons solaires chauffent les capteurs du panneau sur lequel est soudé un serpentin en cuivre contenant de l'eau. Un isolant évitant les pertes thermiques est placé au-dessus et le tout est recouvert d'un vitrage. L'eau alors chauffée dans le serpentin se dirige dans un ballon d'eau servant aux sanitaires. Cette eau peut alors être distribuée dans l'habitation.



Système de fonctionnement de panneaux thermiques
Sources : cours de "Chimie et physique du bâtiment (2012)" de M. Bodart

Pour une consommation d'eau chaude de 45 litres par personne et par jour à 45°C, une surface de 4 m² de capteurs sera nécessaire. Bruxelles environnement (2019).

Pose en toiture plate

Il en va de même que pour les panneaux photovoltaïques, l'orientation, l'inclinaison et les obstacles en toiture sont des critères déterminants le choix de l'emplacement des panneaux thermiques. Les panneaux sont fixés sur la toiture au moyen de structure métallique ou plastique.

Avantages et inconvénients du système

- source renouvelable
- possibilité de combiner avec le système de panneaux photovoltaïques
- dépend des conditions météorologiques, de l'orientation et de l'inclinaison
- rendement moyen
- coût d'installation assez élevé

3.4.1.3. Production éolienne

Présentation et fonctionnement

Une éolienne produit de l'énergie grâce à la force du vent. Elle est composée de 3 pales qui tournent autour d'un axe soit à la verticale soit à l'horizontale. Le vent fait ensuite tourner les pales. De l'électricité est générée grâce au principe de la dynamo qui transforme l'énergie cinétique en électricité.

Typologies

Il existe deux types d'installations

- Les mini installations pour les éoliennes “domestiques” à installer chez soi. Celles-ci ne dépassent pas les 8 mètres d'envergure. En effet, il n'est pas nécessaire d'avoir une immense éolienne pour sa production personnelle d'électricité. Le poids d'une telle structure avoisinerait les 20 kg. Selon Bruxelles environnement (2010) sa capacité de production peut aller de 100 W à 20 KW.



Mini éolienne sur la toiture du projet “Peas and love”

- Les grandes installations en RBC sont moins d'applications, et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le premier paramètre est lié à la zone du contrôle aérien de Zaventem. En effet, aucune éolienne n'est tolérée dans cette zone pour des raisons de sécurité. Celles-ci pourraient masquer certains signaux et radars, mais seraient également susceptibles de provoquer des échos. Enfin, au regard de la densité et de la présence importante d'habitations dans la ville de Bruxelles, il est difficile d'y installer une implantation d'une telle importance.

Pose en toiture plate

En toiture, on optera pour le principe d'une pose en “surimposition” c'est-à-dire au moyen d'un mât dont la hauteur peut varier. L'éolienne peut être posée sur un axe horizontal ou un axe vertical dont les caractéristiques diverses selon la position du rotor (hélice).

Placer cette éolienne en toiture est un endroit idéal pour ce type d'installation. En effet, la prise de vent y est optimale. S'il y a des obstacles sur la toiture, la distance entre le niveau de la toiture et le bas des pales doit être supérieure au double de la hauteur du plus grand obstacle.

Avant d'en installer une, une étude précise du vent doit être effectuée afin de définir l'emplacement ou la prise de vent est optimale.

Concernant ce genre de dispositifs, une demande d'urbanisme et d'environnement doit être introduite au préalable.

Avantages et inconvénients du système

- source disponible facilement et gratuite
- énergie produite durable et propre
- système démontable
- production d'énergie de jour comme de nuit 24h/24
- durée de vie entre 20 et 30 ans

- pas de production de déchets
- peut produire de grandes quantités d'énergie pour de petites installations
- évite des pertes d'énergies liées au transport, car redistribué directement sur place
- conscientise les utilisateurs
- diminue le dioxyde de carbone
- dépendance, réduit l'utilisation de combustibles fossiles
- rendement dépend du type de vent donc pas de production régulière
- légère nuisance sonore
- sécurité : risque de collision avec les volatiles
- étude du vent nécessaire
- impact visuel à discuter

3.5. Toitures récréatives, les infrastructures

Ce type de toiture répond aux demandes sociales, culturelles et économiques des Bruxellois. En effet, l'importance de ces équipements et services joue un rôle essentiel dans l'équilibre et la qualité de vie. Afin de faire face à ces besoins collectifs, la mise en place de toitures récréatives est importante et nécessaire. Celles-ci permettraient d'apporter de nouveaux espaces communs libres d'appropriations afin de créer des lieux de rencontres, d'activités sportives et culturelles.

Ces toitures ont pour but de promouvoir les échanges interculturels, de créer différents liens entre les nouveaux équipements par leur appropriation. Elles proposent une manière de vivre différente et innovante, en hauteur.

Usages

L'affectation de ces nouvelles fonctions sur les toitures peuvent recouvrir plusieurs fonctions :

- sportive (yoga, terrain de basket, Pilates)
- place haute (brocante, marché)
- jardin public, parcs
- mini ferme
- restauration (bar, cafétéria, restaurant)
- plaine de jeux

Avantages et inconvénients

- exploitation de surface en toiture : création d'un nouvel espace
- améliore les échanges sociaux, le bien-être physique et psychique
- apporte une plus-value à la ville et au bâtiment
- offre un paysage urbain
- si la toiture est publique, un accès depuis la voirie doit être mis en place
- plus exposée aux vent et soleil
- attention à la portance de la toiture avec certaines installations lourdes

Références architecturales



Terrain de basket sur une toiture-terrasse

Source : <https://www.berleburger.com/fr/playfix-sols-de-securite-sans-joints/references/surfaces-de-toits/>



Aire de jeux sur la toiture d'une crèche

Source : <https://www.berleburger.com/fr/playfix-sols-de-securite-sans-joints/references/surfaces-de-toits/>



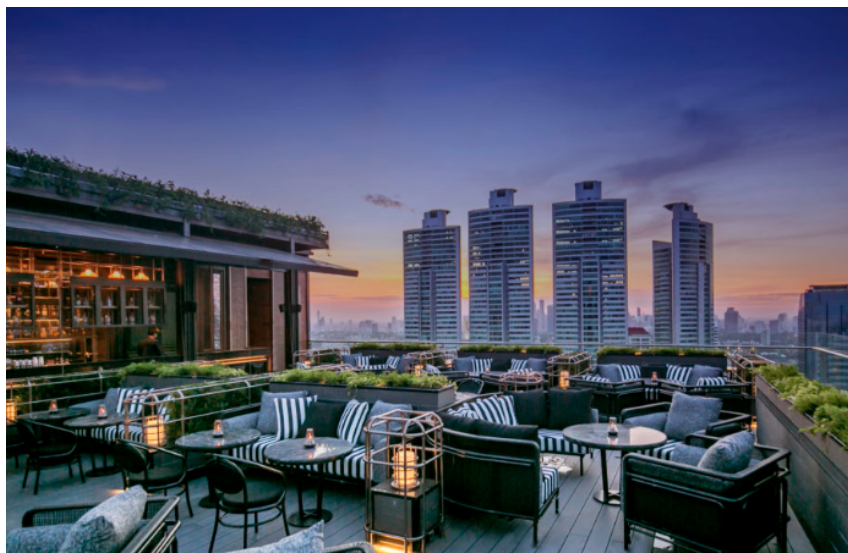
Cours de yoga sur la toiture de l'Hotel La Reine Jane à Toulon

Source : <https://larcinejane.fr/>



Jardin d'agrément en toiture

Source : <https://www.novoceram.fr/blog/deco-bricolage/rooftop-toit-terrasse>



Bar sur un rooftop

Source : <https://bangkokmarriottmarquisqueenspark.com/dining/abar-rooftop>

3.6. Toitures surélevées

Afin de répondre aux besoins de logements et autres fonctions assurant une certaine mixité dans la capitale, la surélévation des bâtiments constituerait une des solutions pour pallier à ce manque d'espace au sol.

Cette densification par le haut apporte de nouveaux espaces couverts en toiture. Elle permet ainsi d'augmenter les surfaces internes de manière originale comme des terrasses, loggias ou balcons. Elle donne également l'opportunité de créer de nouveaux niveaux à l'édifice.

Différents critères et conditions sont à prendre en compte avant de s'implanter sur une toiture. L'implantation, l'altitude et la morphologie du bâtiment et le milieu urbain existant sont les premiers éléments à considérer.

En effet, la surélévation d'un bâtiment isolé ne sera pas la même que l'application d'une telle intervention sur un bâtiment d'angle par exemple.

Un autre élément à considérer est son aspect technique.

La toiture est généralement calculée pour supporter des charges d'entretien et de neige. Lors d'une surélévation, une étude de structure devra être réalisée avant tout aménagement. Ajouter une fonction ou des équipements revient à ajouter des charges supplémentaires qui peuvent rapidement peser jusqu'à 200 voire 300 kg au mètre carré. Des travaux d'adaptation et de renforcement de l'ancienne toiture qui deviendra par conséquent le nouveau plancher devront dès lors être opérés. Pour pallier à la charge due à l'apparition de cette nouvelle structure, on peut jouer sur la nature des matériaux sélectionnés pour leur légèreté. En effet, utiliser des éléments légers comme l'acier ou le bois permet de viser un gain de charge.

L'analyse préalable de la structure portante permettra à la nouvelle structure de prendre appui sur les fondations du bâtiment déjà existantes.

En effet, en fonction de la structure portante du bâtiment actuel, la démarche de surélévation sera différente.

- Si les éléments porteurs sont un noyau central sur lequel les murs extérieurs viennent se reposer, la surélévation devra se faire sur le noyau même. Le volume sera donc ajouté avec un retrait par rapport à la façade du bâtiment.

- En revanche, si l'enveloppe du bâtiment existant est portante, la surélévation pourra se faire directement sur les murs porteurs extérieurs. La base portante sera, donc identique et la superposition de ce nouveau volume qui s'alignera à la façade. On pourra alors décider d'uniformiser tout le bâtiment en un seul ou d'en faire deux identités distinctes.

Lors de ce processus, l'accessibilité à cette nouvelle dimension ajoutée devra être étudiée. En effet, si le volume additionné concerne un usage public, un accès depuis la rue devra être réalisé.

Cette extension verticale nécessite un permis d'urbanisme et doit également répondre aux contraintes urbanistiques de la région occupée.

Usages

L'affectation de nouvelles fonctions sur l'extension peut être de type :

- logements/locatif
- récréatif (restaurants, cafés, restauration)
- pédagogique, culturel (écoles, bibliothèques, crèches,)
- commercial (magasin)

Avantages et inconvénients

- appropriation d'un nouvel espace
- création de nouvelles surfaces et niveaux exploitables
- permet de créer des surfaces originales
- valorisation du bâtiment existant
- apport pour de nouvelles fonctions
- mise en oeuvre relativement rapide
- vérification de l'état de la structure existante
- structure à mettre en place parfois complexe
- coût
- demande de permis obligatoire pour ce genre de mise en oeuvre

Références architecturales



Rehaussement d'immeuble bruxellois

Source : <https://www.architecture-expertise.be/component/k2/item/336-rehaussement-immeuble-familial>



Surélévation d'un immeuble à appartement réalisé par Studio Vincent Eschaliér

Source : <https://www.travauxlib.com/surelevation-maison>

4. Fiches techniques

Nous avons dans ce qui précède détaillé les différentes toitures plates. Dans cette partie, nous proposons au lecteur des tableaux de synthèse sous forme de “fiches techniques” reprenant les six toitures différentes. L’objectif de ces fiches est dans un premier temps d’identifier et de résumer ceux-ci.

Des confrontations et comparaisons sont réalisées dans le but de faire des liens entre les équipements et les combinaisons possibles.

Enfin, les critères retenus sont : les besoins pour se réaliser, la technicité, les différents usages allant de l’entretien à l’accessibilité, la compatibilité possible avec la fonction du bâtiment existant, la facilité de mise en œuvre, ce que le dispositif engendre comme équipements et pour finir des propositions de combinaisons possibles avec les autres équipements.



Toiture bleue

Dépend de :

orientation - ombrage

Technicité :

- Charges à prendre en compte : équipements - personnes - eau
- Poids des équipements : /

Usage :

- Entretien : occasionnel
- Accessibilité : limitée

Compatibilité avec la fonction de l'existant :

bureau - logement - enseignement - commerce

Facilité de mise en oeuvre :

+++

Permet :

toitures stockantes - toitures vertes - biodiversité

Propositions de combinaisons :

nichoirs - ruches - potager - toiture sportive (piscine) - jardin/parc (point d'eau) - bar/restaurant - surélévation - air de jeux (fontaine) - terrasse privée (point d'eau)



Toiture verte

Dépend de :

orientation - ombrage

Technicité :

- Charges à prendre en compte : terre - eau - animaux - personnes
- Poids des équipements : ruche (35 à 40kg/m²) - toiture vertes (30 à 400kg/m²)

Usage :

- Entretien : occasionnel
- Accessibilité : limitée

Compatibilité avec la fonction de l'existant :

bureau - logement - enseignement - commerce

Facilité de mise en oeuvre :

+++

Permet :

toiture végétale - ruches - nichoirs - poulailler - biodiversité- hôtel à insectes

Propositions de combinaisons :

potager - jardin/parc - surélévation - terrasse - toiture stockante



Toiture alimentaire

Dépend de :

orientation - ombrage - exposition - couverture - structure portante

Technicité :

- Charges à prendre en compte : terre - eau - animaux - personnes - équipements
- Poids des équipements : aquaponie (1000kg/m²) - hydroponie (120kg/m²)

Usage :

- Entretien : quotidien
- Accessibilité : facile

Compatibilité avec la fonction de l'existant :

bureau - logement - enseignement - commerce

Facilité de mise en oeuvre :

+ +

Permet :

culture en pleine terre/hors sol/sous serre - hydroponie - aquaponie - compost

Propositions de combinaisons :

toiture verte - toiture bleue - toiture récréatives - toiture productive



Toiture productive

Dépend de :

orientation - ombrage - encombrement et état physique de la toiture - vent

Technicité :

- Charges à prendre en compte : équipement
- Poids des équipements : éolienne (20 kg) - panneaux (6 à 80kg/m²)

Usage :

- Entretien : occasionnel
- Accessibilité : limitée

Compatibilité avec la fonction de l'existant :

bureau - logement - enseignement - commerce

Facilité de mise en oeuvre :

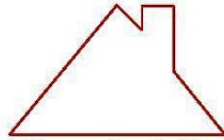
+++

Permet :

solaire - thermique - éolien

Propositions de combinaisons :

potager - serre - bar/restaurant - surélévation - sportive



Toiture récréative

Dépend de :

encombrement et état physique de la toiture - matériaux de couverture

Technicité :

- Charges à prendre en compte : terre - eau - équipement - personnes animaux
- Poids des équipements : /

Usage :

- Entretien : quotidien
- Accessibilité : facile

Compatibilité avec la fonction de l'existant :

bureau - enseignement

Facilité de mise en oeuvre :

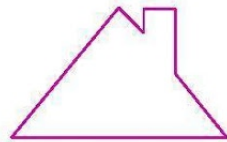
+

Permet :

sport - place haute - jardin/parc - mini ferme - restauration - plaine de jeux

Propositions de combinaisons :

toiture verte - surélévation - toiture bleue



Toiture surélevée

Dépend de :

Structure du bâtiment existant

Technicité :

- Charges à prendre en compte : matériaux - eau - personnes
- Poids des équipements : /

Usage :

- Entretien : quotidien
- Accessibilité : facile

Compatibilité avec la fonction de l'existant :

bureau - logement - enseignement - commerce

Facilité de mise en oeuvre :

+

Permet :

logement - restauration - commerce - pédagogie - place haute

Propositions de combinaisons :

toiture verte - toiture bleue - toiture productive - toiture alimentaire - toiture sportive

5. Mise en situation : le quartier Léopold

“Recréer des liens physiques et sociaux par l’exploitation des toitures plates dans le quartier Léopold”

Après avoir organisé et décrit à travers des fiches techniques les types de toitures et leurs critères, nous allons dans cette partie nous attacher à décrire, analyser et étudier notre programme. Nous avons effectué un choix parmi les différents dispositifs d’implantations énoncés précédemment concernant notre zone cible. Ces choix se sont opérés en fonction de différents critères tels l’orientation, la surface de toiture disponible, l’accessibilité ou bien encore l’intérêt lié aux différents thèmes de notre recherche.

Ainsi, la mixité, la végétalisation de la zone, la rentabilité énergétique, le renforcement d’équipements sont autant de points d’intérêts qui ont été articulés avec le choix des toitures.

5.1. Un peu d’histoire

Évolution du quartier Léopold au XIXe siècle.

C’est en 1838 que le quartier Léopold fait ses premières apparitions avec le début du tracé orthogonal repris depuis le prolongement du parc de Bruxelles. En effet, il représente le premier quartier d’urbanisation extensive créé dans le but de répondre à la demande bourgeoise et résidentielle.



Carte des premières extensions du quartier Léopold (1858 - Ch. Vandermaelen)
Source : <https://urbanisme.irisnet.be/pdf/morphogenese.pdf>

Ce projet aspirait à créer un quartier avoisinant des grands noms comme le Palais Royal et la Place Royale. Il possédait d’imposants édifices tels que la Commission européenne aujourd’hui.

En 1955, la ligne de chemin de fer reliant Luxembourg à Bruxelles fut implantée ce qui a valu à ce quartier l’apport d’un rôle majeur et un point d’entrée dans la capitale depuis la périphérie de la ville. De multiples plans du quartier nord virent le jour entre 1840 et 1870 avec l’urbaniste spécialisé en agglomérations Victor Besme.

Depuis toutes ces années, des transformations et modifications ont pu voir le jour comme :

- Les fortifications des boulevards
- Les prolongements de rues
- Création de nouveaux tracés de développement

Tous ces aménagements ont permis de renforcer le caractère et l’identification de ce quartier.

5.2. Zone d'étude du quartier

La zone que nous souhaitons explorer couvre le quartier Léopold. Elle s'étend depuis le parc de Bruxelles jusqu'au parc du Cinquantenaire.

Le premier bilan de ce quartier nous indique que la population qui réside dans ce lieu est plutôt de type aisé dont les acteurs sont principalement des travailleurs. La zone est de type minéral. Il y a peu d'espaces verts. Deux squares et la petite place qui se situent sur la "place du Luxembourg" forment à elles seules les zones vertes du quartier.

L'intérieur de cette zone recouvre trois réalités urbaines dissemblables.

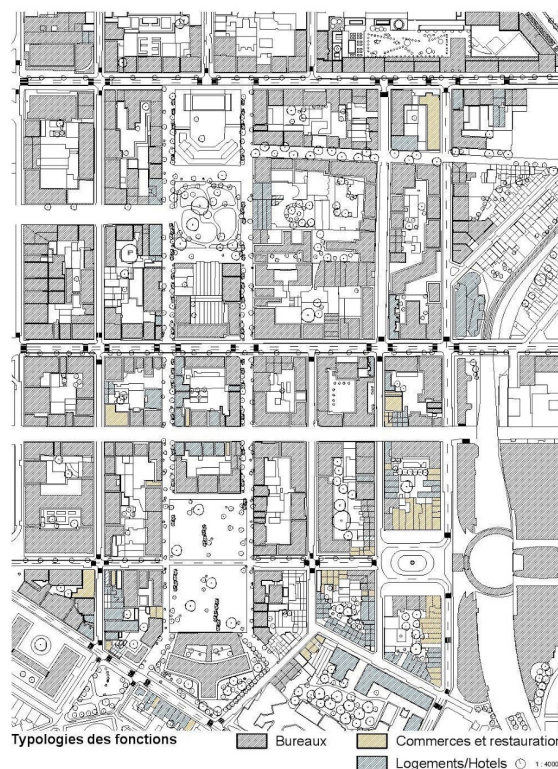
Aujourd'hui celle-ci **manque de mixité**, car d'une part elle est principalement constituée de bureaux, peu d'équipements et de fonctions sont présents dans celle-ci.

Ensuite, elle ne possède que **peu de surfaces végétalisées** couvrant celle-ci, en effet, seulement quelques aménagements en toiture sont déjà présents et dédiés à cela.

Cependant, si nous trouvons un nombre assez important de toitures plates susceptibles de correspondre à notre cible d'aménagements, **peu sont équipées de dispositifs visant les énergies renouvelables**.

Afin d'améliorer les besoins économiques, sociaux et écologiques, le programme vise donc ces trois réalités urbaines.

5.3. Analyses du quartier



Carte d'analyse de l'occupation des sols

Après l'analyse des fonctions présentes sur le site, nous pouvons constater d'emblée que le quartier représente une zone offrant très peu de mixité. En effet, celui-ci comporte principalement des immeubles de bureaux, mais aussi très peu de logements et de commerces. Il est également très pauvre en équipements de proximité.

Nous pourrions résumer les besoins du quartier avec comme premier point un manque d'espaces publics qui doit être renforcé.

Ensuite, de nouvelles fonctions comprenant des coins alimentaires et des équipements de proximités sont également préconisées. L'amélioration ainsi apportée permettrait un accroissement de la mixité de la zone.

L'utilisation des toitures plates permettrait d'optimiser les ressources, de ramener une économie circulaire locale en ville, d'augmenter la mixité de la zone, de préserver la biodiversité, de recycler, de végétaliser la ville, créer de nouveaux espaces de rencontres. Cette programmation viserait également à conscientiser les citoyens.

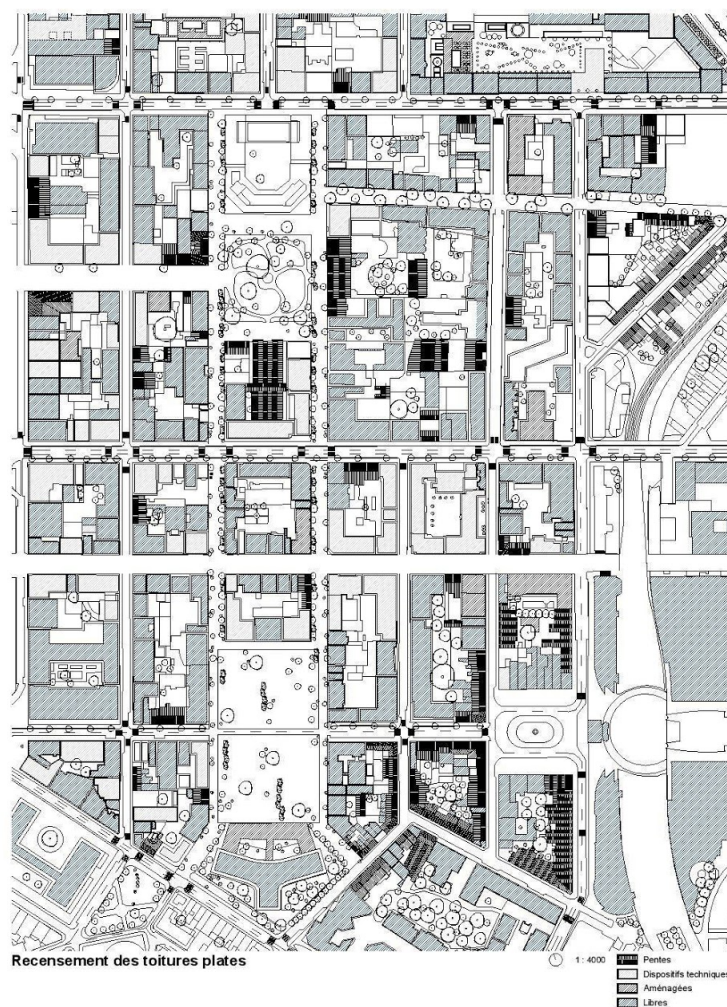
En effet, **végétaliser la zone** permettrait d'y augmenter la biodiversité, d'atténuer les îlots de chaleur, mais aussi de réguler la température et purifier l'air.

La proposition de **nouveaux dispositifs** pourrait accroître la mixité et les fonctions du site choisi. Ceux-ci apporteraient de nouveaux espaces de rencontres, d'en densifier la zone par l'apport de commerces et de nouveaux points alimentaires ce qui, manque cruellement au site actuel.

Enfin, le troisième point de ce programme vise l'optimisation des toitures plates comme nouveaux espaces de **rentabilité énergétique**.

Le but de cette stratégie viserait donc à recréer des liens par les toitures, apporter une nouvelle manière de vivre, en haut.

5.4. Un point sur le potentiel des 5e façades du quartier



Carte de recensement des toitures plates du quartier Léopold

Un premier examen met en évidence que le site étudié possède un potentiel impressionnant de surfaces libres en toiture.

Nous pouvons également remarquer que certaines toitures plates possèdent déjà des aménagements sur le dessus que cela soit sous forme de petits potagers ou de production en énergies.

Le potentiel de ses toitures libres peut s'évaluer à 75% de la surface des toitures totale du quartier. Ce constat est non négligeable, il permet en effet de mettre en évidence le potentiel exploitable de celles-ci.

5.5. Démarches d'interventions

5.5.1. À l'échelle du quartier

Tout en étant bien consciente que l'accessibilité ainsi que la possibilité d'une toiture à supporter une surcharge seront des éléments essentiels à prendre en compte avant toute installation éventuelle, voici les intentions du programme :

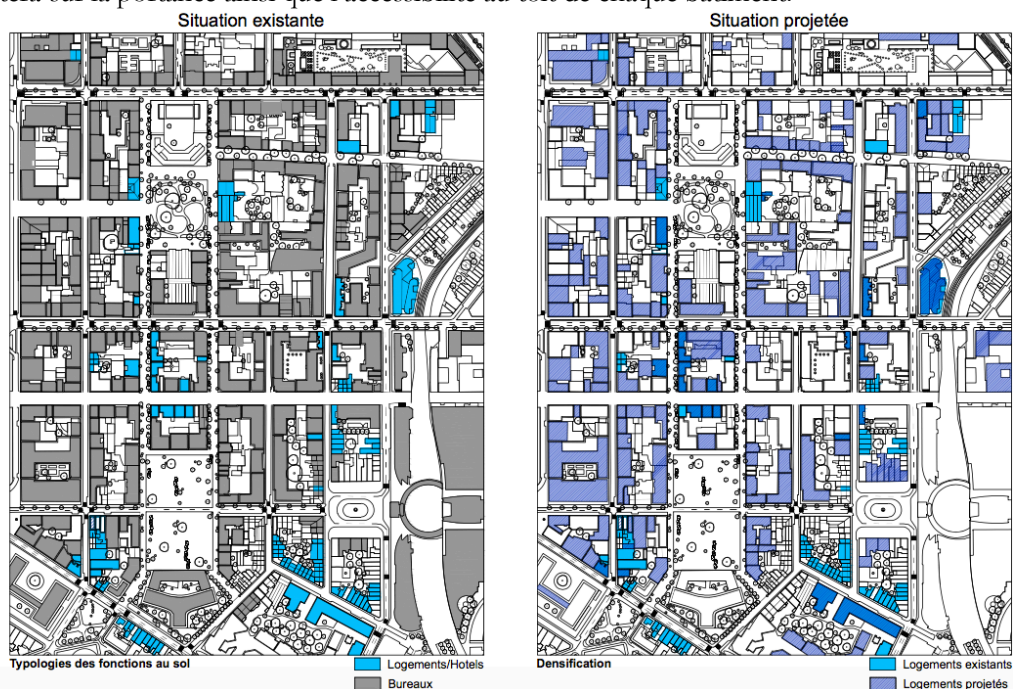
Densifier

La première intervention vise un rehaussement des immeubles comprenant des logements afin d'augmenter la mixité du quartier.

Pour se faire, les critères choisis sont les suivants : sur les 75% de surfaces en toitures exploitables, nous sélectionnons les surfaces aménageables d'un minimum de 50 mètres carrés (surface agréable pour l'aménagement d'un studio par exemple). Une attention particulière avec une étude préalablement réalisée par un expert portera sur la portance ainsi que l'accessibilité au toit de chaque bâtiment.

DENSIFIER la ville

Réhaussement d'immeubles
Augmentation de la mixité



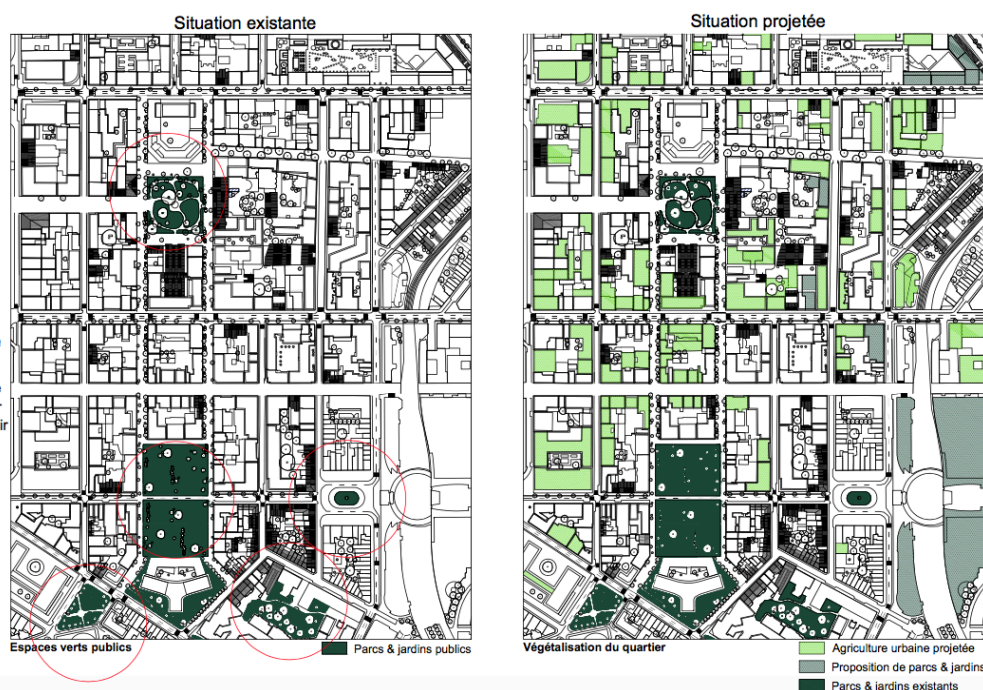
Végétaliser

La méthodologie de sélection des toitures vertes sur le territoire choisi est la suivante : au départ du centre des parcs ou espaces verts du quartier, nous avons tracé un cercle en rouge d'un rayon de 85 mètres.

Afin de redensifier le quartier en espaces verts, nous décidons d'agir autour de ces cercles via de nouveaux parcs, jardins et potagers urbains. Ceux-ci seront réalisés sur les toitures des bâtiments qui ne possèdent pas ou peu de parcs à proximité.

VEGETALISER la ville

Augmentation de la biodiversité
Atténuation des îlots de chaleur
Régulation t° & purification de l'air

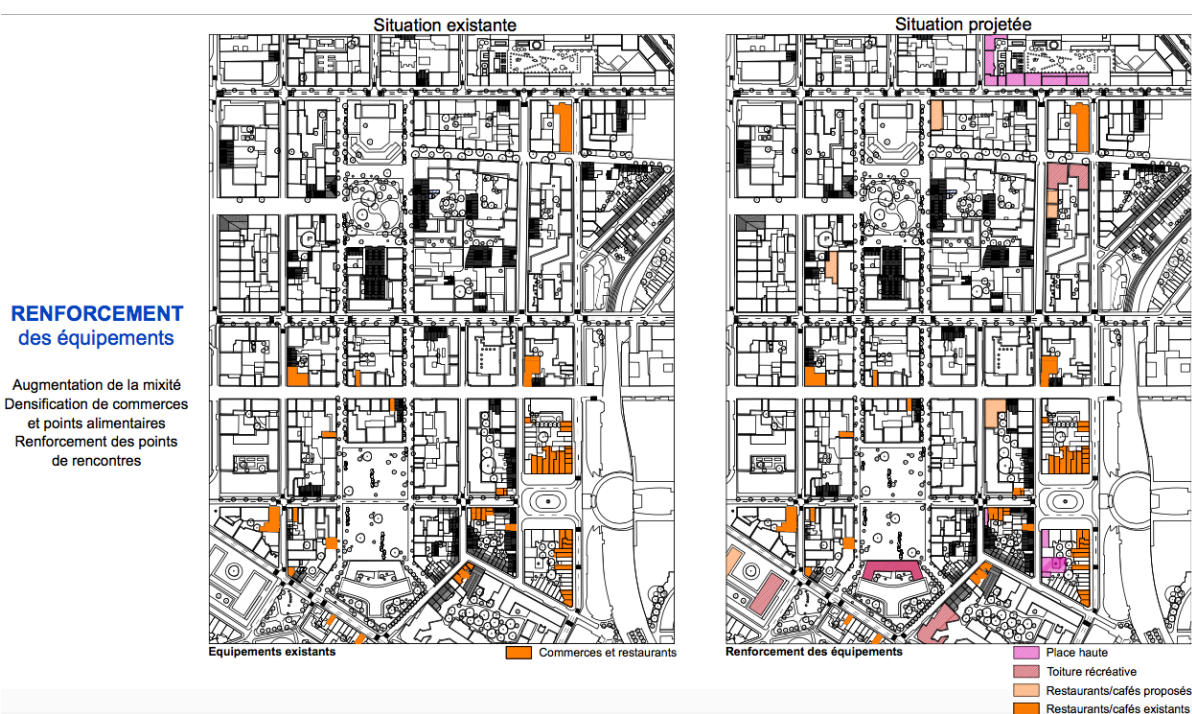


Renforcement des équipements

De l'étude du quartier, nous retenons qu'il y a peu d'équipements présents répondant au manque de mixité du site. La mise en place et l'installation de nouvelles fonctions tendent à répondre à cela. Le critère majeur de sélection des toitures appropriées pour ce point se trouve dans une surface suffisamment conséquente que pour permettre de recevoir un équipement avec les surcharges qui y sont associées. Les installations sont représentées par des places hautes qui peuvent recevoir des marchés et créer ainsi de nouveaux points de rencontre tout en hauteur pour les citoyens. L'apport de restaurants et d'une cafétéria densifie ainsi les commerces et points alimentaires très peu desservis actuellement.

De nouveaux espaces consacrés aux sports tant pour adultes que pour enfants sont autant de dispositifs envisagés.

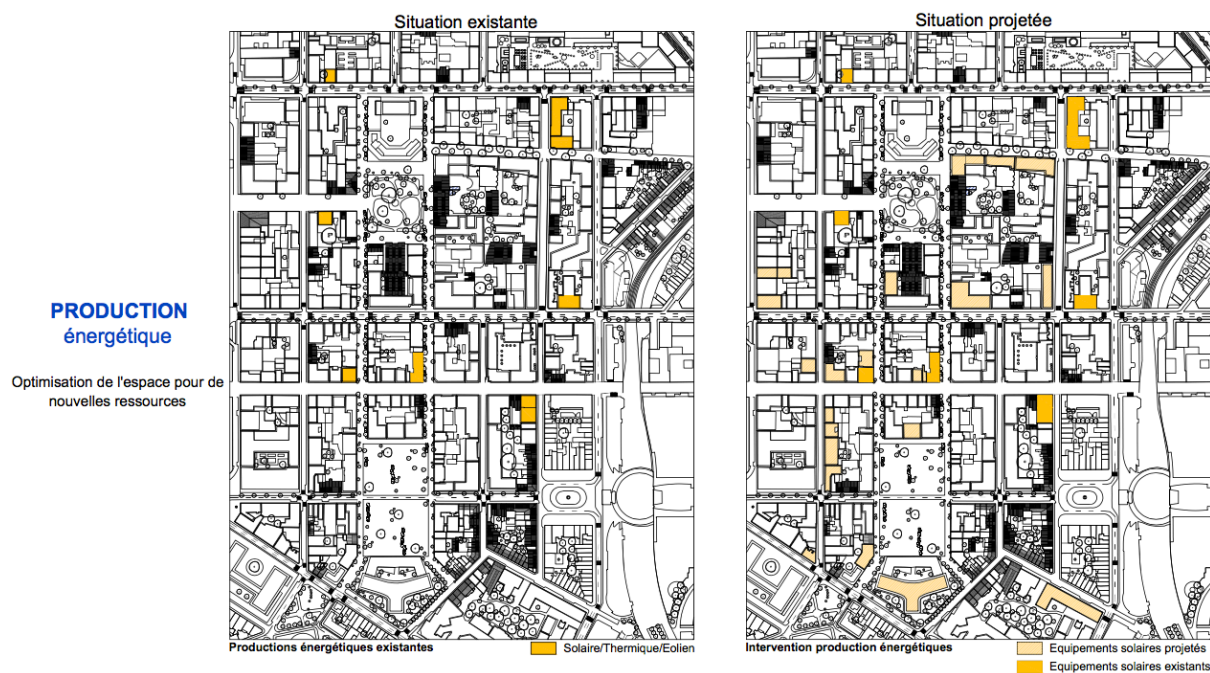
Consciente de la non-exhaustivité de notre intervention, dans tous les cas, cette projection est une hypothèse qu'il est nécessaire de faire valider par un spécialiste. Celui-ci pourra vérifier entre autres le surpoids et la portance qu'engendre l'installation de nos dispositifs.



Production énergétique

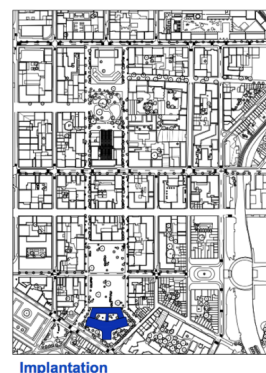
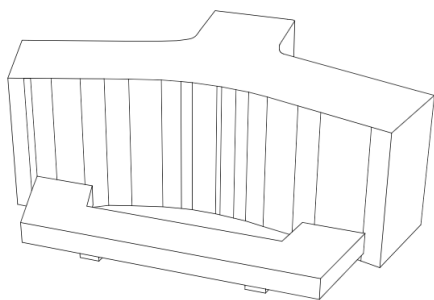
Les toitures destinées et aménagées pour la production énergétique sont sélectionnées selon leurs orientations et leurs surfaces. Le but étant d'optimiser leur rendement et de choisir celles offrant un bon potentiel d'ensoleillement sans possibilité d'ombrage, idéalement orientées au sud.

Cet aspect a été pris en compte pour chacune de nos toitures sélectionnées. En effet, nous avons tenté de définir la portée de l'ombrage que les bâtiments voisins pourraient éventuellement amener. Ainsi nous avons éliminé les toitures plates dont la hauteur des édifices voisins empêcherait l'accès à l'ensoleillement. Là encore, une étude préalable plus poussée de type simulation devrait être réalisée afin de confirmer ou infirmer nos hypothèses à ce sujet. Cette étude permettrait d'aller plus loin et de compléter valablement ce point.



5.5.2. A l'échelle du site

Le périmètre d'étude que nous souhaitons investiguer et aménager se situe dans le quartier Léopold plus précisément à hauteur du 8 Square de Meeus, c'est celui-ci qui servira de base à ce projet.



La localisation de ce bâtiment se fait dans une partie du quartier qui est relativement **monofonctionnelle**, c'est-à-dire comprenant uniquement de bureaux autour de celui-ci.

Cet édifice est un bâtiment des années 60-70 ayant un mur rideau pour façade et appartenant à la Commission européenne. On peut donc retenir que son accessibilité est très faible, voire impossible pour des raisons de sécurité. L'obtention des plans est interdite pour toute personne étrangère aux services internes de la commission.

Le potentiel de ce bâtiment met en évidence deux toitures plates de hauteurs différentes. Respectivement les surfaces de celles-ci sont de 1367m² pour la toiture la plus basse et de 1960m² pour la toiture la plus haute.

Le choix de ce bâtiment s'est effectué pour le lien qu'il offre avec l'utilisation du square situé juste en

face de celui-ci, mais également pour ses différentes hauteurs de toitures. Il a également été sélectionné pour sa structure supposée être basée sur un système poteaux-poutres. Système qui assurerait ainsi la possibilité d'occuper les toitures.

Comme développé précédemment, afin d'améliorer les besoins économiques, sociaux et écologiques, le programme vise donc trois réalités urbaines. Le développement de la **mixité de la zone**, l'insertion de **surfaces végétalisées** et l'implantation de dispositifs visant **les énergies renouvelables**.

5.5.2.1. La toiture haute

Concernant la **toiture élevée** (1960m²), le programme ainsi élaboré tend à répondre aux besoins énergétiques du bâtiment abritant les bureaux. De par la surface importante située au cœur de la ville, cette toiture offre la possibilité d'ériger un véritable champ de panneaux solaires qui permet à la fois d'optimiser sa superficie utile et les ressources en énergies ainsi produites.

Le but de cette démarche vise à maximiser l'espace libre en toiture et rendre le bâtiment le plus autonome possible en énergie.

Les critères basés sur des fiches techniques reçues par la société Wattneed.be décrivent une mise en œuvre optimale des panneaux solaires. Ceux-ci sont les suivants :

Nous partons sur l'hypothèse où la stabilité du toit ainsi que son état et sa solidité (charge du vent, de la neige et le poids des panneaux avec leurs systèmes d'accroches et lestage) ont été vérifiés au préalable par un spécialiste et qu'elles sont aptes à recevoir nos dispositifs.

Avant la fixation des panneaux, la toiture a été nettoyée. Elle est donc propre, sèche et la planéité se situe entre 3 et 7° ce qui est optimal pour affecter le montage.

L'installation du système s'effectue dans des conditions où la température est comprise entre 5 et 40°C afin d'éviter une éventuelle dilatation des joints d'assemblage.

Au regard de la typologie de la toiture, un montage en paysage orienté au maximum vers le Sud est conseillé, et ce, avec un angle d'inclinaison de 15 degrés. Les dimensions de panneaux solaires sont de 165 cm x 100 cm et un entraxe d'une distance de 30cm entre les rangées sont prévus afin d'éviter les ombres et courants d'air. Afin d'assurer la sécurité, nous ajoutons une distance minimale de 200 cm en deçà du bord extérieur de la toiture.

L'accroche des profilés qui constituent les cadres sur lesquels sont posés les panneaux se fait via des rails fixés à l'aide de vis directement sur la toiture. Une mousse est posée sous les rails afin de protéger le toit et éviter ainsi un contact direct avec celui-ci. Des déflecteurs de vents sont également placés à l'arrière des rangées ce qui va aider à diminuer l'insertion de vent sous les panneaux évitant ainsi un éventuel détachement.

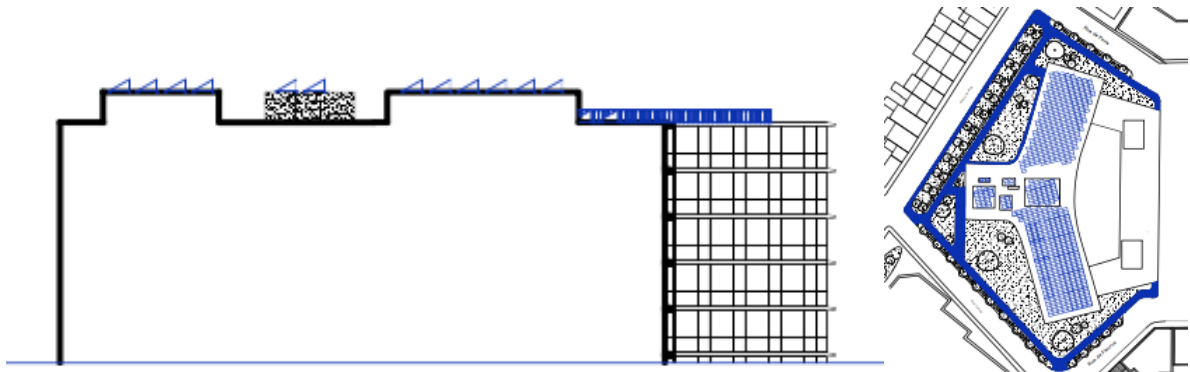
Une fois la structure montée, le circuit peut être raccordé entre les panneaux.

La toiture possède déjà des cheminées et blocs techniques de ventilation, d'extraction d'air et de circulation. Nous décidons de reprendre une partie du bloc de circulation afin de l'utiliser comme pièce de stockage qui servira à centraliser la production énergétique des panneaux.

De plus amples informations sur la mise en place des panneaux solaires, sont disponibles en vidéo en annexe 4.

Le poids d'un panneau solaire est estimé à une vingtaine de kilos par panneau (cadre compris).

Comptant la mise en place de 876 panneaux avec un lestage de 15 kg par mètre carré, le calcul du poids total de la surcharge s'élève à 46 920 kilos répartis sur l'ensemble de la toiture. Au regard de la structure en poteaux-poutre ainsi que le nombre d'étages du bâtiment, nous pouvons supposer que la surcharge des panneaux est acceptable et représente une charge répartie d'environ 23,9 kilos par mètre carré de toiture.



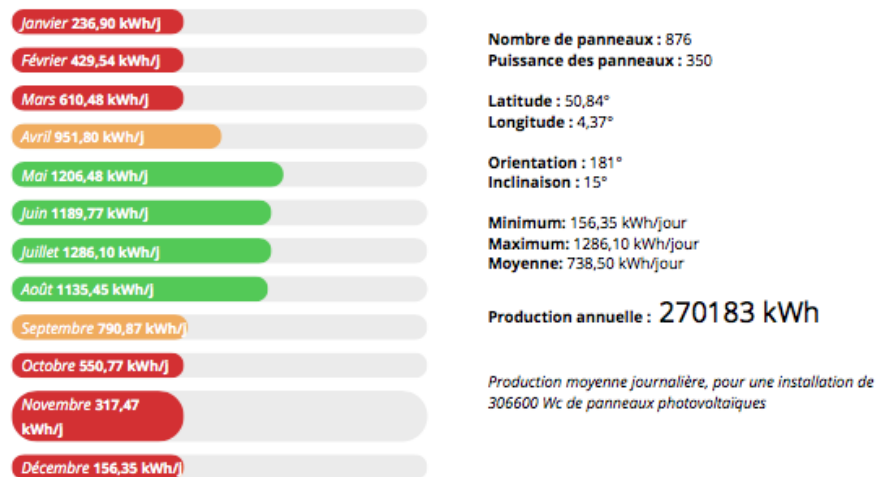
Plan et coupe de la toiture élevée avec l'installation solaire

Concernant la production d'électricité, une estimation a été réalisée via le site www.wattuneeed.be. Pour un champ comprenant 876 panneaux solaires et possédant une puissance de 350 Wc (Watt-crête) orientés plein sud avec une inclinaison de 15°, le calcul de la production annuelle peut s'élever jusqu'à 270 183 kWh.

Localisation de l'installation



Évaluation de la production



Source : file:///Users/amandinedesmet/Downloads/estimation_wattuneeed%20(13).pdf

Selon le site www.energieplus.be on considère que la consommation moyenne d'un bureau représente en moyenne 201 kWh/m² et tient compte de la consommation en chauffage, refroidissement, humidification, transport de fluides, éclairage et bureautique.

L'installation solaire pourrait donc permettre de rentabiliser 6% de la facture d'énergie annuelle. Si ce pourcentage peut paraître anecdotique, il représente cependant un élément important et un premier pas au regard de la consommation astronomique qu'engloutit annuellement cet édifice.

Pistes et perspectives d'améliorations

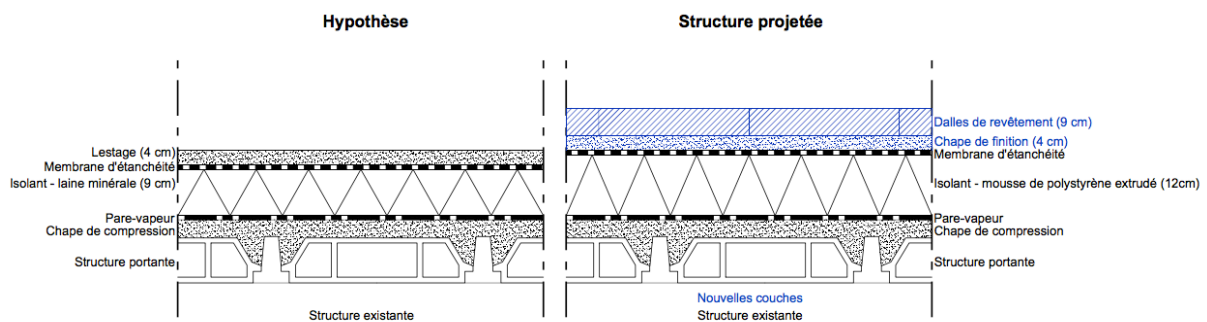
Nous souhaiterions souligner qu'un tel projet ne peut valablement s'étudier que sur les seuls éléments précités. Des pistes d'améliorations sont largement envisageables. En effet une étude plus globale peut être menée afin de réduire les consommations, quelles qu'elles soient. Ainsi, si les plus belles économies ne peuvent se concevoir que sur des énergies que l'on ne consomme pas, nous préconisons d'étudier l'ensemble des équipements tels que l'éclairage vers des éléments à LED moins énergivores, la temporisation ou détections de passage de l'éclairage des halls, des vitrages isolants... sont autant de mesures qui peuvent être mises en place. Repenser le bâtiment dans son ensemble, le retravailler architectoniquement permettrait de retravailler la façade en y incluant une casquette ou des masques solaires ce qui permettrait de diminuer la surchauffe en été et par conséquent ces besoins en refroidissement.

5.5.2.2. La toiture basse

Concernant celle-ci (1367m²), son aménagement vise à répondre à la demande des besoins de la ville. Par ce nouvel espace public et l'aménagement de celui-ci, il amène une nouvelle mixité au quartier. L'apport des dispositifs et d'infrastructures notamment sportives apporte cette mixité.

Coupe détaillée de la toiture aménagée :

Sans réelles informations détaillées sur la structure du bâtiment, ses matériaux et leurs mises en œuvre, nous partons sur l'hypothèse où la conception est réalisée via un système poteaux-poutres et l'utilisation de hourdis.



Source : http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF%20Eco%20construction%20MAT10%20Part%20FR

Concernant la réalisation du sol de la petite toiture dédié à l'aire sportive, un revêtement en dalles amortissantes (0.9cm d'épaisseur) a été choisi pour résister aux chocs. Il est utilisé spécifiquement pour les sols de plaines de jeux et les équipements sportifs extérieurs.



Source : <http://www.archiexpo.fr/prod/kraiburg-relastec-gmbh-co-kg/product-65224-1811902.html>

La mise en œuvre de ce type de revêtement est très simple. Après vérification préalable de l'étanchéité du support, les dalles sont simplement placées par emboîtement entre elles sur une chape de finition pour être ensuite fixées avec de la colle type PU 59.

Des équipements de fitness en extérieur seront disposés sur la toiture la plus basse dont l'accès se fera via l'aménagement d'une des tours d'accès en escalier. Un mur d'escalade sera aménagé sur l'autre bloc d'accès déjà existant.

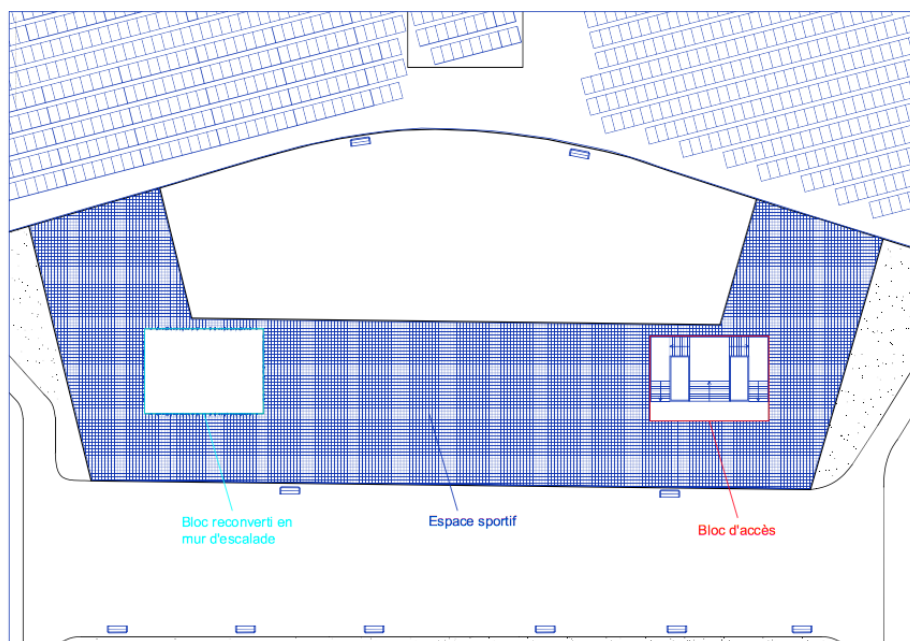


Schéma des nouveaux aménagements sur la petite toiture

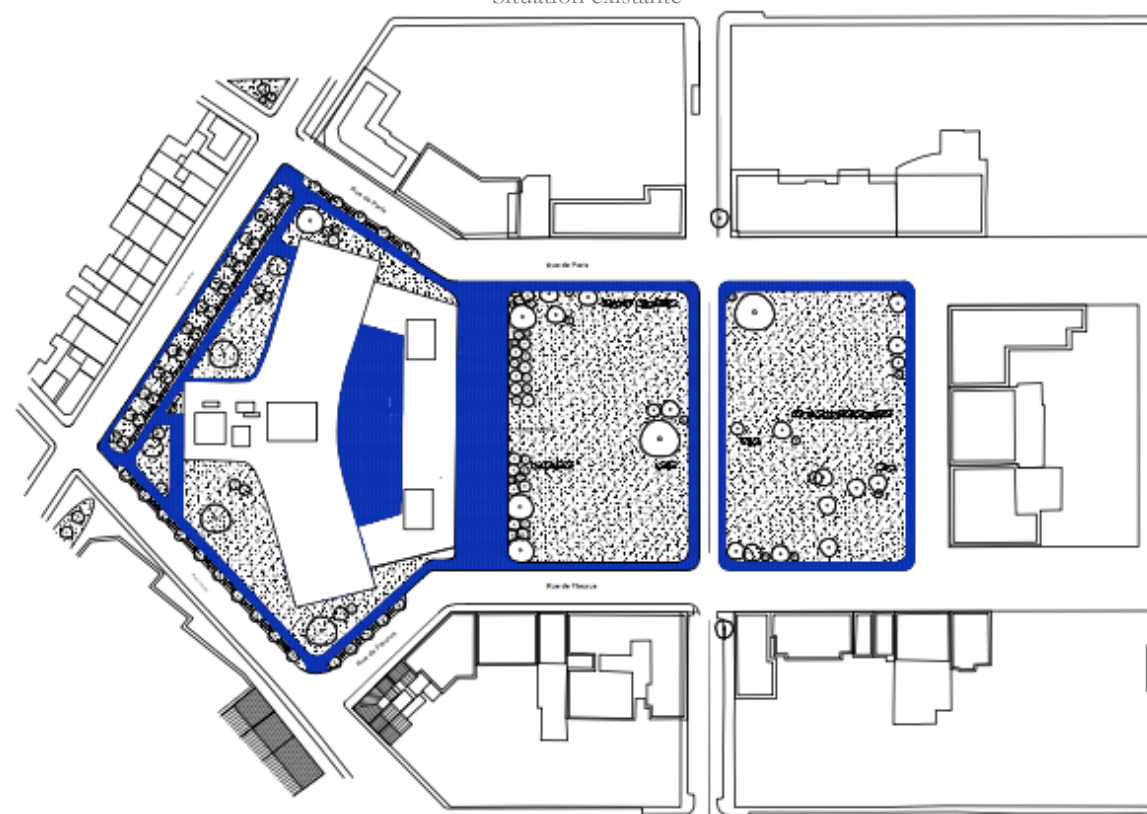
Au **niveau du sol**, au pied du bâtiment, c'est un nouvel espace public qui est proposé où tout le monde peut avoir accès et s'approprier.

Pour ce faire, nous proposons de **fermer la rue du square de Meeus** qui relie la rue de Paris à la rue de Fleurus. L'accès aux voitures y est interdit tout en laissant la possibilité aux pompiers et aux livreurs de s'y rendre, et ce, à l'aide de poteaux de voiries rétractables.

Cette première démarche **trace un lien** entre le sol du bâtiment et le square juste en face. Le **changement de revêtement de sol** avec une zone entièrement repavementée permet d'accentuer cette liaison entre ces deux espaces.



Situation existante



Situation projetée

Cette nouvelle accroche via la fermeture de la rue et le changement de revêtement du sol renforce lui aussi le lien entre le square et le bâtiment. Ceci représente dès lors un nouvel espace public à exploiter tant pour les citoyens que pour les travailleurs de la zone.

En outre, dans le but d'augmenter la **mixité du quartier**, nous souhaitons proposer un **espace modulable** permettant l'apprentissage Horeca via un restaurant de formation. Sous la toiture, nous retrouvons cet établissement qui comprendra une cuisine, un espace de dégustation intérieur et une terrasse extérieure. Une section de surface empruntée à la partie du bâtiment la plus petite sera réaménagée en classes et ateliers. Enfin, une salle d'exposition accessible à tous sera réalisée. Dans cette même optique, l'espace ainsi dédié à la restauration permettra aux eurocrates comme aux citoyens de partager un même endroit. Par conséquent, ceci créera un point de rencontre supplémentaire dans le quartier.

Le but de ces stratégies vise donc à recréer des liens par les toitures, à apporter une nouvelle manière de vivre, par le haut. Reprenant le résultat de ces diverses analyses décrites précédemment, nous pouvons dès lors proposer une série d'équipements étudiés. La mise en place de tels dispositifs est réalisée en fonction de la demande du site, mais aussi au regard des exigences du quartier.

6. Conclusion

Les constats liés à la densification urbaine développés dans notre première partie ont mis en évidence une série d'éléments constitutifs de cette problématique contemporaine.

Il en ressort des besoins articulés sur plusieurs axes. Économique, écologique, et mixte. Ceux-ci nous paraissent comme essentiels et nous souhaitons les intégrer au sein de notre projet.

Ce dernier tente d'amorcer une réponse en proposant des dispositifs et des fonctions aux toitures tout en optimisant leurs ressources. Il permet de ramener une économie circulaire locale en ville, et d'augmenter la **mixité de la zone**. Il a également l'avantage, de préserver la biodiversité, de recycler, de **végétaliser la ville**, tout en utilisant les espaces existants et en les associant à de nouvelles fonctions. Ce projet vise également à l'implantation de dispositifs destinés aux **énergies renouvelables**. Enfin, il permet par les toitures d'apporter une manière de vivre, complémentaire, par le haut.

Ce travail nous a amené à explorer divers modes d'exploitation de toitures plates.

Via une enquête de terrain, visites de sites et interviews, nous avons pu lier la théorie et la pratique.

Nous avons classifié les toitures et opéré un recensement de leurs différents types ainsi que les matériaux qui les composent. Ainsi, à chaque toiture, nous avons tenté de proposer une réponse en lien avec ces différents thèmes. Les renseignements et analyses récoltés nous ont permis de faire des comparaisons et de développer les **combinaisons possibles à appliquer** sur une même toiture.

Forts de ces analyses, nous souhaitons proposer des aménagements respectueux des sites et intégrés à l'environnement que nous appliquerons à notre étude de cas du *quartier Léopold*. Ce programme est en lien direct avec une volonté de développer et d'exploiter cet espace urbain tout en répondant aux différents axes mis en avant précédemment.

Ainsi, nous **reliions l'espace public du square et l'espace privé du bâtiment** afin d'amener un nouveau souffle au quartier. Nous viserons à proposer de nouveaux équipements proposant une aire sportive au cœur de la ville et des aménagements en lien avec le besoin de mixité du quartier. Enfin, nous privilégierons des mesures écologiques et économiques rendant **moins énergivores** les bâtiments existants.

L'illustration des propositions concrètes et utiles décrites tout au long de ces pages peut aider tout un chacun à **prendre la mesure des possibilités qu'offrent ces toits**. Cultiver en toiture permet de nombreuses productions diverses et variées. Se retrouver en hauteur plutôt qu'au sol n'est pas un obstacle à la production de culture maraîchère, fruitière ou ornementale, pour autant qu'une **étude préalable** du projet valide le programme. La même réflexion s'applique pour tout appareillage à destination des toitures, l'idéal étant d'inclure au départ de sa conception des aménagements des mises en œuvre spécifiques.

Mais exploiter ces surfaces **ne se résume pas uniquement aux grandes toitures** publiques ou à celles des entreprises, les toitures des particuliers représentent également un outil d'exploitation potentiel.

Soulignons que les potentialités de ces toitures restent largement sous-exploitées et ne peuvent à elles seules représenter une réponse à la problématique de densification urbaine. Nous n'y voyons à travers leurs utilisations qu'un des outils pouvant y répondre. Cependant, celles-ci représentent un réel **potentiel déjà existant**, exploitable sous réserve d'une étude propre à chaque site.

Les différents thèmes abordés dans cette étude ont mis en évidence que plusieurs de ces dispositifs peuvent être mis en place afin de répondre à la problématique de la densification urbaine. Cependant, ils ne sont pas les seuls. En effet, si ceux-ci soutiennent l'effort il est cependant nécessaire de **promouvoir une politique globale** regroupant tant des aspects économiques (généralisation des primes) que techniques (généralisation de mises en œuvre écologiques, économiques et inclusives lors de la conception ou la rénovation). L'art de construire, de penser et de travailler architectoniquement les projets prend dès lors tout son sens.

Au regard des éléments que nous avons mis en lumière, nous pouvons répondre par l'affirmative que **l'exploitation des toitures plates apparaît comme une des réponses à la problématique de densification urbaine**.

7. Bibliographie

AGENCE EUROPEENNE DE L'ENVIRONNEMENT. « Indicateur sur l'agriculture industrielle », dans : *La revue durable* n 53, 2013, p. 30-31.

BARRET, Jacky, *Terrasses jardins*, s.l. : Alternatives, 1988.

BRANDELEER, C. (2011). Crise du logement à Bruxelles : État des lieux et perspectives.

En

ligne : http://www.pourlasolidarite.eu/sites/default/files/publications/files/09_2011_ddetvilles_criseloge mentbruxelles.pdf

BODART, M. Syllabus. *Acoustique et électricité*. 2018.

BOURGEOIS R. & COGNIEL D., *Les installations des panneaux photovoltaïques*, Paris : Casteilla, 2013.

BROTRUCK, T. (2007). *Construction de toitures*, Bâle : Editions d'architecture

CHAIB J., *Les eaux pluviales : Gestion intégrée*, Paris : Sang de la Terre, 1997.

COCKRALL-KING, Jennifer, *La révolution de l'agriculture urbaine*, s. l. : Ecosociété, 2017.

DATTOLA Fillippo, "Potager sur la KBR" dans *Potage-toit* - en ligne :

http://www.potage-toit.be/?page_id=274 [17/11/2017].

DE BROISSIA, Gaëlle et DESODT, Julien, *Une ruche en ville, c'est possible*, s. l. : Rustica, 2017. DEN HARTIGH C.,

DEN-HARTIG, Cyrielle. Jardins collectifs urbains. Parcours des innovations potagères et sociale. Dijon : Educagri éditions. 2013

DELAVIE Alain, *Inventer les jardins de demain*, Paris : Rustica éditions, 2017.

DELCOURT LAURENT, *Explosion urbaine et modélisation*. Broché-21 juin 2007

DE SCHUTTER Olivier, "Il est urgent de soutenir les systèmes agricoles durables", dans : *La revue durable* n 46, 2012, p. 26-30.

DUCHEMIN, E. (2012). *Agriculture urbaine : quelle définition ? Une actualisation nécessaire ?* AgriUrbain, consulté le 30 mai 2019.

DUCHEMIN, E., Wegmuller F. et Legault, A.-M., « *Urban agriculture: multi-dimensional tools for social development in poor neighbourhoods* », *Field Actions Science Reports* Vol. 1 | 2008, En ligne : <http://factsreports.revues.org/113>

EGUARAS ETCHETTO, Mariana, *Construire pour demain, l'architecture écologique*, Paris : Éditions Place des Victoires, 2008.

ETERNIT, "Des panneaux solaires invisibles", dans : *Lesoirimmo*, août 2016, p. 16.

FRANCHIOLY, V. et WAGNEUR, M., "Descriptions des jardins", dans : *Les toitures-jardins*, Bruxelles : s. e. p. 11-20.

HAENTJENS J. & LEMOINE S., *Eco-urbanisme, défis planétaires et solutions urbaines*, Montréal : Écosociété, 2015.

HERREN H., “Une authentique agroécologie renouvelle l’identité paysanne, l’économie et la démocratie”, dans : *La revue durable* n 59, 2017 p.14-15.

JAN G., JANTET E. & VAUTARD C., *Manuel d’écologie urbaine*, Paris : Bourin, 2013.

KERSTENNE, Pierre, “Toitures vertes : conception, exécution et amélioration de l’environnement”, dans : *Journée d’étude la toiture plate*, 12 Octobre 2003, p. 1-16.

LASSALLE François, *Végétalisation extensives des terrasses et toitures*, Antony Cedex : Le Moniteur, 2008.

NEUMANN, *Art de construire et de gouverner les serres*, Paris : Durier, 1980.

PIMBERT Michel, “Une base sociale de plus en plus forte façonne et défend la souveraineté alimentaire”, dans : *La revue durable* n 27, 2007, p. 9-13.

SCHYNS, Julie, “Un quartier durable en terres liégeoises”, dans : *Lesoirimmo*, janvier 2015, p. 7.

TAYLOR Lisa, *Votre ferme en ville*, Vanves : Hachette Pratique, 2013.

TABUTIN, D. *La ville et l’urbanisation dans les théories du changement démographique*. Mémoire. Université Catholique de Louvain. 2000. (Mémoire UCL) [2/05/19].

7.1. Sites internet consultés

AMOYEL, I. HADEN, T. T4P : *Un projet de recherche innovant pour les toits parisiens*. Institut des sciences et industries du vivant et de l’environnement. En ligne : <http://www2.agroparistech.fr/T4P-un-Projet-de-recherche-innovant-pour-des-Toits-Parisiens-Productifs> [17/11/2019].

BRUXELLES-ENVIRONNEMENT . En ligne : <https://environnement.brussels>. [15/05/2019].

BRUXELLES MOBILITE (2011). *IRIS II: Plan de mobilité: Région de Bruxelles Capitale*. En ligne : www.avcb-vsgb.be/documents/File/IRIS%202020%20Plan%20de%20mob%20RBC.pdf [28/04/2019].

BUREAU FEDERAL DU PLAN (2018). *Perspectives démographiques 2016-2060: analyse de sensibilité, scénarios alternatifs et effets budgétaires et sociaux*, p°144. En ligne : https://www.plan.be/admin/uploaded/201802120922470.WP_1801_11620.pdf [20/05/2019].

CHABOT Bernard, “Énergies renouvelables”, dans *Universalis* - en ligne : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/energies-renouvelables/5-l-energie-eolienne/> [17/11/2018].

COOPARCH-RU. (2013, mars). *Inventaire des lieux de densification potentielle en RBC*. 90p. En ligne : <https://urbanisme.irisnet.be/pdf/prdd-1/inventaire-densification> [23/04/2019].

DAMIAN, J. “Quels systèmes photovoltaïques sur toits et toiture-terrasse ?” dans : *Batirama.com* - en ligne : <https://www.batirama.com/article/14980-quels-systemes-photovoltaïques-sur-toits-et-toiture-terrasse.html> [17/11/2018].

DEMESMAECKER, P. *Formation Bâtiment Durable. Rénovation à haute performance énergétique : détails techniques*. L’étanchéité à l’air. Institut de Conseil et d’Études en Développement Durable 2012. En ligne

https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/pres_20160301_rhpe_1_2etan_fr.pdf.
Consulté le [13/05/19].

DESSOUROUX, CHRISTIAN et AL. *Note de synthèse BSL. Le logement à Bruxelles : diagnostic et enjeux*. 2016. En ligne : <https://www.cbcs.be/IMG/pdf/brus99fr.pdf?1099/0c5504839a3bb274ce96e9901fde5834b443ed4c> [13/05/19].

DUBOST Françoise, *“Jardins : les Français et leurs jardins”*, dans Universalis - en ligne : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/jardins-les-francais-et-leurs-jardins/> [17/05/2019].

DUYCK, J. PAUL J.-M. VANDRESSE, M. *Perspectives démographiques 2016-2060 : analyses de sensibilité, scénarios alternatifs et effets budgétaires et sociaux*. 2018. <https://www.plan.be/publications/publication-1746-fr-perspectives+demographiques+2016+2060+analyses+de+sensibilite+scenarios+alternatifs+et+effets+budgetaires+et+sociaux> [04/11/18].

EIE. (2005). *Guide pour l'intégration architecturale des capteurs solaires thermiques*. En ligne : http://www.agglo-paysdais.fr/?eID=tx_atofaltdown-load&objectId=8638 [04/02/19].

ELIOTH. (2015, septembre). *Analyse du potentiel solaire: toitures du grand Paris*. En ligne : https://www.egis.fr/sites/default/files/150502_-_apur_-_etude_integration_solaire_small.pdf [04/04/19].

EOLIENNE POUR PARTICULIER (2017). *Eolienne de toit: les modèles qui existent aujourd'hui*. En ligne : <https://www.eolienne-particulier.info/eolienne-de-toit/> [24/04/19].

GANJI, A., MICHIELS, O.-F. et ROMAIN, A. Bruxelles en 10 chiffres. Institut Bruxellois de statistique et d'analyse. 2017. En ligne : http://ibsa.brussels/fichiers/publications/focus-de-libs/focus_18_mars_2017. Consulté le [2/05/19].

KOMPAN (2019) (<https://www.kompan.fr/sport/fitness-en-exterieur/street-workout-calisthenics/combi-3-pro>)

LEMARCHAND, F. « L'idéologie moderniste et l'utopie », *Écologie & politique*, 2008/3 (N°37), p. 23-31. En ligne DOI : 10.3917/ecopo.037.0023. URL : <https://www.cairn.info/revue-ecologie-et-politique1-2008-3-page-23.html> [17/05/19].

LESEUR, A. & TAVIN, A. *Végétaliser la ville. Pour quels bénéfices, avec quels financements, suivis, et gouvernance des projets ? l'apport d'exemples européens et nord-américains* (2016). En ligne : <https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2016/11/1125-I4CE-EtudeClimat52-VegetaliserLesVilles.pdf>. consultée le [9/3/19].

MAGELAINE, Ch. *Îlot de chaleur urbain : Formation et conséquences*. Notre-planete.info.2018. https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaleur-urbain.php [3/05/19].

MELON, B. *Cultive ta ville. Laboratoire sur l'agriculture urbaine (AU/LAB)*. 2019. <https://cultivetaville.com/fr/> [10/05/19].

MIALET, F. « Le besoin d'un jardin en ville » - *La renouveau de l'habitat intermédiaire*, PUCA, p5. 2006. en ligne : https://www.unil.ch/files/live/sites/ouvdd/files/shared/Colloques/ville_et_nature_2010/communications/9_juillet/plenieres/Musy.pdf consultée le [9/03/19].

MULLER, Benjamin. *Agriculture urbaine : les serres commerciales sur les toits*. Mémoire en architecture. UCLouvain. 2015. En ligne : https://issuu.com/benjaminmulvig/docs/memoire_muller_benjamin. Consulté le [19/04/19].

PIVOTEAU Charlotte, “Jardin potager urbain” dans *Ecovégétal* - en ligne : <https://toiture.ecovegetal.com/fr/solutions/jardin-potager-urbain> [17/11/2018].

VAN DE VOORDE ET A., (2010). Le maillage vert. En ligne : http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Sol%206 [2/04/19].

—

8. Annexes

Annexe 1

Enquêtes et interviews

8.1. Interviews “The Urban Farm”

Description de l’infrastructure

Le bâtiment du supermarché a été construit en deux phases. L’ancienne partie est également constituée d’une toiture plate, mais celle-ci n’est pas exploitée tandis que la partie plus récente comporte le projet “the Urban Farm”. Il recense 360 mètres carrés de surface cultivable.

Les cultures sont disposées en 3 zones. De longues bandes de 60 cm de large le long des côtés de la toiture sont aménagées pour la culture des fruits. La seconde zone est destinée à la culture potagère. La troisième comprend une serre dans laquelle est installée une pépinière également destinée à la production de légumes. Il existe également une installation de panneaux solaires utilisés pour le magasin ainsi qu’une pompe à chaleur dans celui-ci.

Questions posées

Concernant la logistique, comment acheminer la terre jusqu’au toit, pour l’aménagement du potager ? Comment amener les matériaux ? Quels sont les services prévus pour l’entretien son (ascenseur) ?

“C’est avec l’aide d’un camion souffleur qu’ils ont pu acheminer les mètres cubes de terre nécessaires au potager. Le camion s’est garé devant le magasin et avec un tuyau a propulser les terres ainsi acheminées jusqu’au-dessus du toit. C’est la société CANOPY spécialisée en aménagement des toitures qui s’en est occupé”

Quelle typologie de culture est envisageable sur une toiture (culture hors-sol) ? (saisons)

“Potager extérieur : épinard, pourpier, cresson.

Serre : laitues, choux rouges et blancs, radis, cressons, navet.

Pépinière : tomates, aubergines, concombres, laitues, tomates cerises.

Bande : groseilles, framboises, murs, fraises.

La contrainte la plus importante est la résistance du toit, car moins de terre empêche l’installation de plante avec de grosses racines. Néanmoins, des petits arbres en pots pourraient être envisagés.

La toiture du bâtiment ne pouvait supporter que 200kg/m² ce qui est trop peu. C’est pourquoi une structure a été posée sur le toit dont le poids était repris par les pilastres du bâti ce qui a permis d’augmenter la portance jusqu’à plus de 600 kg grâce à cette structure”.

Quelles sont les techniques pour cultiver ? Combien de terre faut-il et pour quel type de production ?

“Pour la bande de culture de fruit voici la composition : dessus de toiture > couche drainante (plastique noir alvéolé) pour évacuer l’excédent d’eau > géotextile > terre.

Avec la couche de terre disponible, il n’est pas possible de mettre de grands arbres.

Au niveau de la technique, ils opèrent comme du bio, seul hic, ils sont en culture hors sol ce qui signifie que les produits ne peuvent pas être labellisés. Néanmoins, ils utilisent tout comme dans la production bio, des produits non nocifs et privilégiés comme les coccinelles par exemple pour se débarrasser de pucerons ou autre invasion d’insectes. Le plus de cette méthode serait d’augmenter également la biodiversité du site. Attention, la consommation de la production doit être immédiate, car ne contient aucun conservateur.

De plus, les graines qu’ils utilisent sont des graines bio que l’on peut utiliser plusieurs fois après qu’elles aient donné des fleurs ce qui est économique et écologiquement intéressant”

Quel est le poids de la terre dans un bac potager ? Quelle est la typologie de toiture (étude préalable) adéquate pour y poser un potager ?

“Dans l’immense bac potager, on retrouve 30cm de terre. Dans un premier temps le fait que les terres étaient plates cela a provoqué un colmatage du sol du coup l’eau ne s’évacuait pas, elle stagnait c’est pour cela qu’il ont opté pour des buttes de terres et ont rajouté 19 : ils s’attendent à 500/600 kg.

Toute la production est après revendue en bas dans le magasin directement aux clients”

Et l'hiver ?

"En hiver, il est plus difficile de cultiver à l'extérieur, mais la serre fonctionne tout comme en été. La toiture plate grâce à son exposition permet de capter le soleil d'hiver comme d'été et d'ainsi garder sa chaleur."

Qu'en est-il de l'orientation ?

"À part en été où il y a quelques arbres côté est la toiture qui est plate profite parfaitement de la luminosité du soleil, et ce toute l'année"

Eau niveau de l'eau pour l'arrosage ?

"La pluie qui tombe sur la toiture partie du bâtiment plus ancienne est récupérée dans une cuve de 3000 litres et reliée à un arrosage au "gouttes à gouttes" automatique disposé sur le potager et dans la serre. De plus, de petites structures de type "araignées" sont disposées et utilisées comme des filtres sur la toiture afin d'empêcher les crasses de rentrer dans la cuve."

Au niveau des déchets, comment gèrent-ils ça ? Y a-t-il un compost ?

"Leur compost est composé principalement de fumier de cheval (provenant d'une sellerie du coin), ils récupèrent l'herbe d'une société de jardin et de reste du magasin non vendu. Cet engrais est ensuite utilisé pour nourrir le sol du potager"

Avez-vous pensé à mettre un poulailler ou des ruches ?

"Un poulailler serait très intéressant surtout pour la production d'œufs et de compost."

Pour ce qui en est des ruches, le projet est lancé, mais non pas dans un premier but de produire du miel, plus pour étudier la pollinisation en premier lieu. C'est la société "Beeodiversity" qui s'en chargerait"

<http://www.beeodiversity.com/fr/>

Ashoka Talks "Présentation des entrepreneurs sociaux 2015" - Bach Kim Nguyen, BeeOdiversity

Quelles sont les installations pensées pour ce projet ?

"Un atelier a été mis à disposition pour la récolte et l'emballage des légumes. Cet espace est également prévu pour accueillir des groupes pour d'éventuelles formations et visites. Au niveau du matériel il n'y a besoin que d'une balance, des ciseaux, produit de nettoyages et emballage de récoltes."

La serre a elle été conçue avec un système d'aération automatique. Celle-ci est munie d'un système de lucarne qui s'ouvre et se ferme automatiquement avec un piston quand la température est trop élevée."

En plus de ça la chaleur des frigos du magasin est récupérée et envoyée dans un système de ventilation qui renvoie cette chaleur dans la serre du potager afin de maintenir une température de 18 degrés constante"

Est-ce qu'il y a des formations ou ateliers proposés ?

"Oui de base c'était prévu pour des formations, atelier et visites des clients curieux."

Cependant la commune a mis également en place des formations gratuites ce qui a fait concurrencer et le projet est un peu tombé à l'eau pour l'instant"

Comment l'accessibilité est-elle prévue ?

Le local d'atelier possède un accès via une passerelle jusqu'à la toiture potagère. Cette passerelle est elle-même une entrée via une rue à l'arrière du magasin prévue pour accueillir les groupes. Deux ascenseurs sont également mis à disposition (rénovation et ajout d'un étage à l'ascenseur pour accéder à la toiture depuis le magasin) afin de faciliter la descente des récoltes jusqu'au lieu de vente."

Connaissez-vous d'autres projets ?

"Peas and love" propose aux personnes de louer des parcelles de terre d'un mètre carré, une personne s'occupe de la plantation et de l'entretien et les propriétaires du terrain ne doivent venir que pour cultiver les récoltes."

<https://www.peasandlove.com>

ANNEXE 2

8.2. Interviews “Peas and love”

Caméléon à un partenariat avec “Peas and love” ils ne louent donc pas la toiture, mais uniquement un petit bureau situé en toiture.

Chaque personne dispose d’une parcelle recto verso avec les mêmes plantes partout (par facilité).

Pour l’instant 80% des parcelles sont utilisées.

Les parcelles sont de 3 mètres carrés recto verso avec des bacs en dessous.

Au niveau de l’abonnement, celui-ci s’élève à 38€/mois pendant un an. Il n’y a pas de frais supplémentaires d’adhésion à prévoir en plus.

En été il est recommandé de venir une fois par semaine tandis qu’en hiver, 2 fois par mois semblent suffisant.

En plus des parcelles, tout autour, il y a des potagers communs où tout le monde peut récolter (épinards principalement).

Le rendement est d’approximativement 40 kg par an et par parcelle.

Les horaires d’ouverture vont du mercredi au dimanche. Sur le site de Woluwé, il y a 275 parcelles, 300 à Uccle où l’ouverture est prévue en mai.

Il faut compter 38€, entretien, activités, produits de base compris.

Y a-t-il une demande préalable à faire au niveau de la réglementation pour une installation d’une telle envergure sur un toit ? Avez-vous dû faire une demande spécifique à la commune ou à la région pour ce projet ?

“Une étude d’incidence. Toiture, étude préalable qui évalue la portance de la toiture avec une estimation du poids de chaque parcelle. Donc, voir si au niveau du toit il n’y a pas trop d’impact et voir si c’est possible de supporter un tel poids. Au niveau de l’urbanisme, c’était déjà un toit vert donc pas besoin de demande spéciale.”

Du point de vue logistique, comment acheminer la terre jusqu’au toit, pour la construction du potager ? Comment amener les matériaux et quels services pour l’entretien sont prévus (ascenseur) ?

“Un ascenseur est prévu dans le magasin caméléon pour acheminer le matériel, etc. Sinon dans la circulation, en dessous des escaliers l’espace sert de stock pour entreposer le substrat en sacs et les plantes.”

Quelle typologie de culture est envisageable sur une toiture de culture hors sol ? Quelles saisons sont propices à cela ?

“Tout est possible pour faire un potager. De petits arbres nains avec petites tailles et petites racines qui peuvent aussi être plantées dans les bacs, mais qui ont la propriété de faire beaucoup de fruits”

Quels sont les techniques pour cultiver ? Combien de terre faut-il et pour quel type de production ?

“un mélange d’agro écologique avec de la permaculture (association de plantes). Le plus difficile c’est de faire pousser en vertical les plantes.

Pas certifié bio, car c’est un système de culture hors sol, mais la production est pareille que pour le bio, ils n’utilisent pas de pesticides ou produits chimiques.

Du point de vue technique, c’est une cage en mailles métallique dans laquelle est enroulée une membrane géotextile qui elle-même contient le substrat. Le substrat est un mélange de tourbe, perlites et chips et fibres de coco léger et qui ne retient pas l’eau. On change les substrats tous les 5 ans.

Les plants proviennent de la société ‘arc en terre’ qui s’occupent des produire de jeunes plantes qu’ils font pousser en serre”

Quel est le poids de la terre dans un bac potager ? Et quelle typologie de toiture (étude préalable) est adéquate pour y poser un potager ?

elle ne sait pas

Au niveau de l’entretien qu’en est-il ?

“C’est essentiellement ce qu’ils font sur la ferme, toutes les mauvaises herbes qui poussent et luttent contre les ravageurs limaces prennent beaucoup de temps. Il faut prévoir aussi toutes les pulvérisations au niveau des décoctions ça prend quasiment 3h pour faire chaque parcelle et être sûre de ne pas avoir trop de maladies et renforcer les plantes.

Les clients viennent récolter et les jobistes s’en occupent. Il y a quand même beaucoup de ravageurs, surtout des limaces.

Il faut compter 2 employés fixes payés par 'peas and love' ainsi que 3 stagiaires".

Combien de temps a-t-il fallu pour construire le projet ? Connaissez-vous d'autres projets ?

"2 ans à partir de l'idée, car il a fallu faire l'association avec un technicien agronome qui a étudié les parcelles, le substrat et imaginer un plan de plantation. Ça va faire 3 ans qu'ils sont ouverts et un qui va ouvrir à Uccle en mai. Il en existe déjà en France au-dessus de banques, centre de Paris, etc. Ils ont des projets de se développer sur Londres prochainement. L'idée serait de développer 100 fermes sur 10 ans partout en Europe".

Quel est le rendement alimentaire ? Et l'hiver ?

"Rendement : 40 kg par an par parcelle.

Au niveau de la production des plantes, toute l'année on a du chou chinois, choux romanesco, herbes aromatiques, menthe, thym, ciboulette, coriandre, plante à huître

l'été, des tomates, concombres, courgettes, potirons, navets, betteraves

On a une production de 10kg sur un été en tomates et concombres ce qui remplace notre consommation d'un supermarché.

On a une production de 10kg sur un été en tomates et concombres ce qui remplace notre consommation d'un supermarché.

Pour le reste de la production, il n'y a pas encore assez pour remplacer le supermarché, c'est plus à but éducatif.

Il y a également de la récolte de fruits : baies de gojis, fraises, framboises, pêches, pommes, poire, tous les fruits sont communs.

Une parcelle peut donner jusqu'à 40% des besoins d'un adulte.

Ici le but est premièrement éducatif"

Qu'en est-il de l'orientation ?

"Orientation ouest-est donc le toit est en permanence ensoleillée.

L'intercalaire entre chaque parcelle a été étudié pour ne pas avoir d'ombre"

Et au niveau de l'eau pour l'arrosage ?

"Il y a un système d'irrigation de tuyaux percés que l'on appelle 'système gouttes à gouttes'.

Dans les tuyaux d'irrigation, on retrouve du fertilisant ajouté à l'eau.

Le bâtiment est de base écoconstruite donc on y retrouve déjà des panneaux solaires, une mini éolienne et une toiture végétalisée qui capte l'eau de pluie pour le bâtiment.

Pour le potager : utilisation de l'eau de ville, car pas assez avec l'eau de pluie qui est déjà en partie utilisée pour le bâtiment"

Au niveau des déchets, comment gèrent-ils ça ? Y a-t-il un compost ?

"Oui il y a un compost en bas, pour l'instant ils l'utilisent que pour jeter et non pas encore comme engrais ils ne sont pas encore trop au point pour cela, car il faut le retourner assez souvent et ils n'ont pas encore le temps de faire cela"

Avez-vous pensé à mettre un poulailler ou des ruches ?

"Il y a un poulailler en bas et un hôtel à insectes pour attirer les auxiliaires.

Pour les ruches ils ont en vue de mettre plus de ruches pas dans le but de récolter du miel, mais plus de la cire pour en faire des produits cosmétiques.

Il y a deux ruches aussi qui sont là pour le magasin et dans le but de polliniser les plantations. Pas de récolte de miel prévue de base"

Quelles sont les installations pensées pour ce projet ?

"Il y a un petit bureau, mais trop chaud pour y stocker les plantes, car il y a les tuyaux de la chaudière du magasin qui passent dedans"

Est-ce qu'il y a des formations ou des ateliers proposés ?

Il existe un meuble de partage qui permet les échanges. Les personnes qui n'ont pas envie d'un produit de leur parcelle peuvent le mettre dans ce meuble et tout le monde peut se servir.

Il existe aussi une série d'activités comprises dans le prix de la location de parcelle :

- le but premier est de créer une communauté autour du potager*
- un atelier de plantation est mis à disposition pour débiter*
- atelier cuisine*
- atelier 'do it yourself' (apprendre à faire un déodorant naturel, du beurre de cacao)*

- *un atelier compost*

Toute la communication se fait via Facebook et par mail, il y a une newsletter qui tient au courant les clients de toutes les informations”

Accessibilité ?

“Une circulation est prévue de long du bâtiment pour accéder à la toiture, en plus un ascenseur est mis à disposition et passe dans le stock du magasin pour acheminer les sacs de terre et autres choses lourdes”

Au niveau des panneaux solaires, pouvez-vous me dire leurs rendements et s’ils arrivent à rentabiliser toute la consommation du magasin ?

“Ils ne sont que pour le magasin, mais je ne sais pas ce que ça représente comme énergie”

Auriez-vous des schémas ou plans à me transmettre du projet afin de pouvoir analyser la structure portante du projet de potager ?

“non”

Mettre une serre ?

“Ils y ont pensé, mais ça prend beaucoup de place et il fallait un nombre minimum de parcelles pour rentabiliser le projet”

ANNEXE 3

8.3. Enquête : les toitures plates à Bruxelles

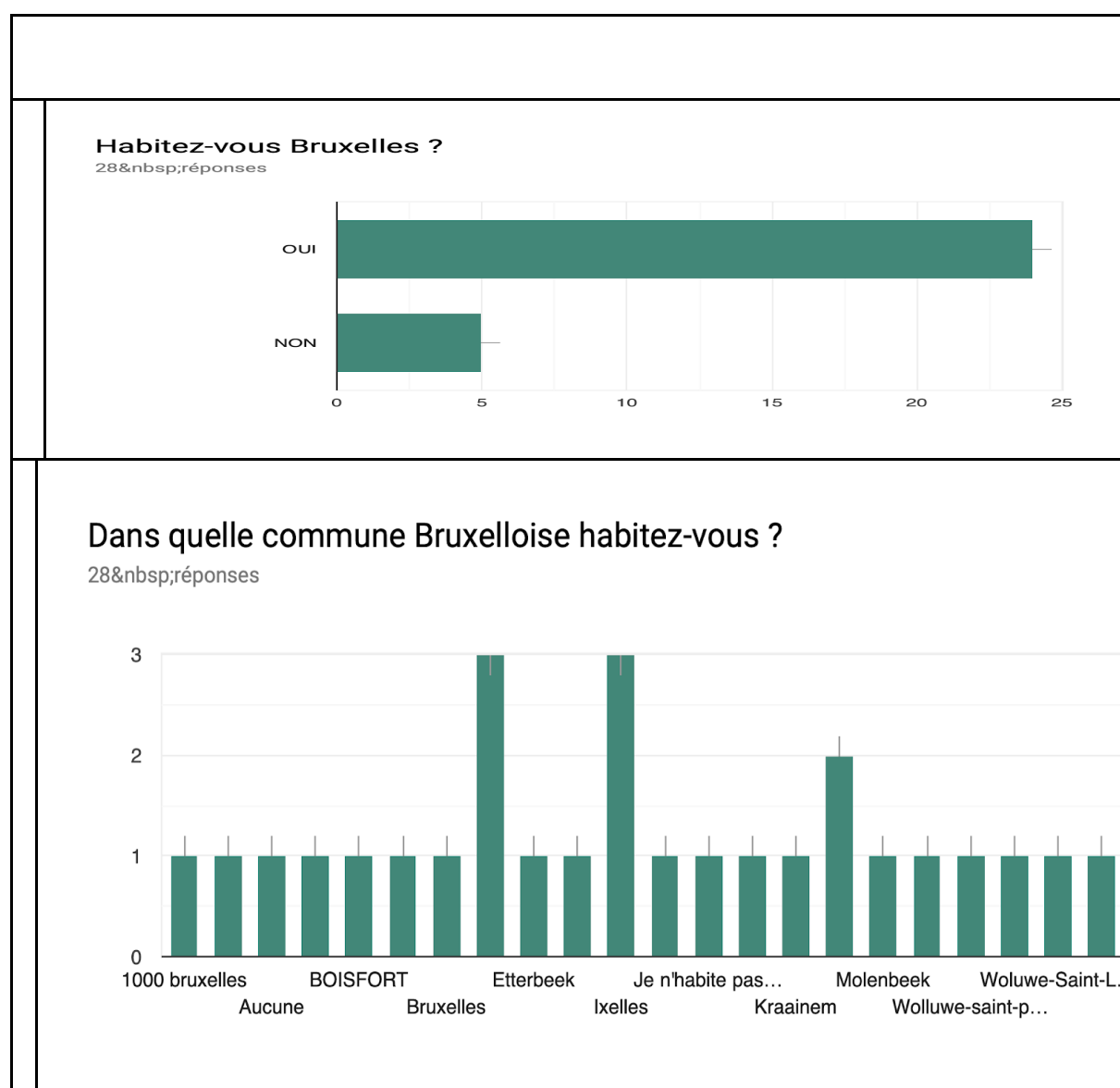
Enquête diffusée : Les toitures plates à Bruxelles

Dans le cadre de mon mémoire de fin d'année en architecture, je souhaite alimenter et illustrer mon travail par une collecte de données qui vont être le point de départ d'un constat de terrain partagé par tous et toutes.

Cette enquête a donc pour but de mettre en lumière d'une part la connaissance des Bruxellois(es) sur les possibilités d'exploitations des toitures plates, mais aussi d'évaluer leurs intérêts sur le sujet et sur les différentes propositions décrites plus bas.

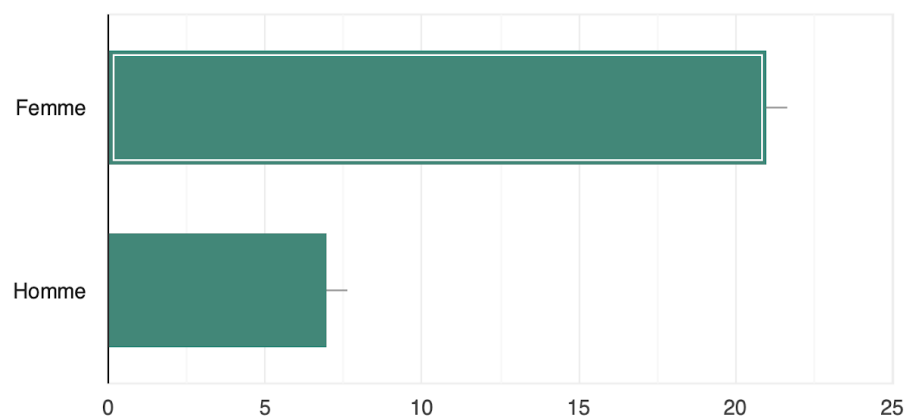
Ce questionnaire est anonyme. Je vous remercie d'avance pour le temps que vous consacrerez à y participer.

La date de clôture de l'enquête est fixée au 30/05/19



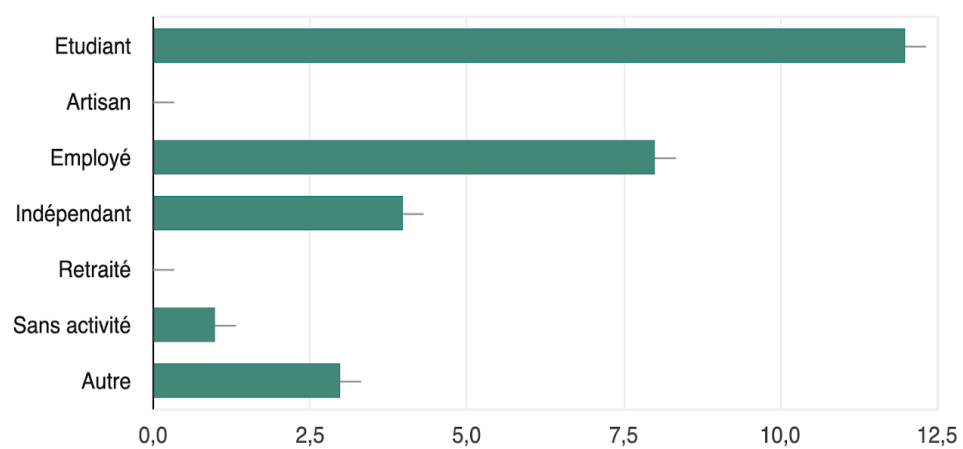
Vous êtes

28 réponses



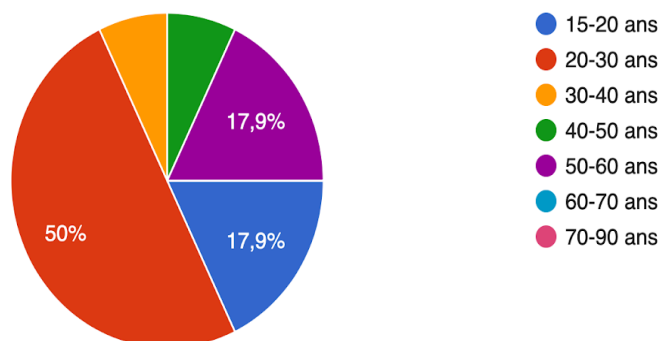
Quelle est votre profession ?

28 réponses



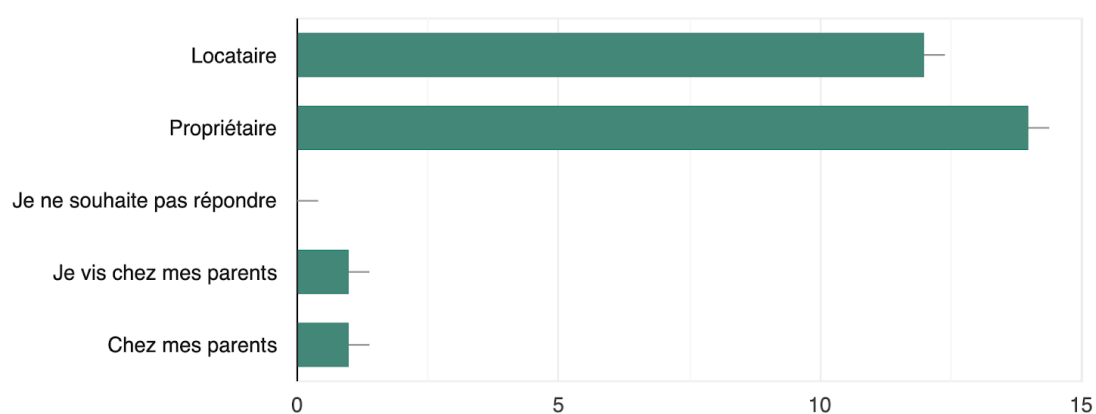
Quelle est votre tranche d'âge ?

28 réponses



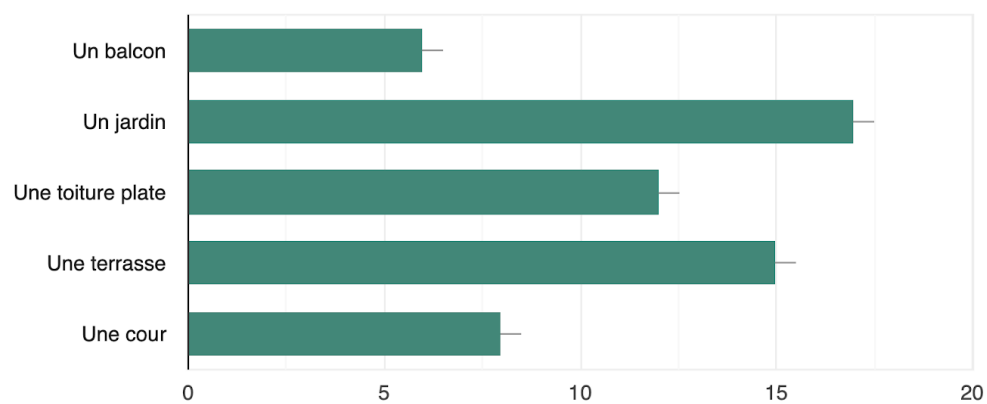
Etes-vous

28 réponses



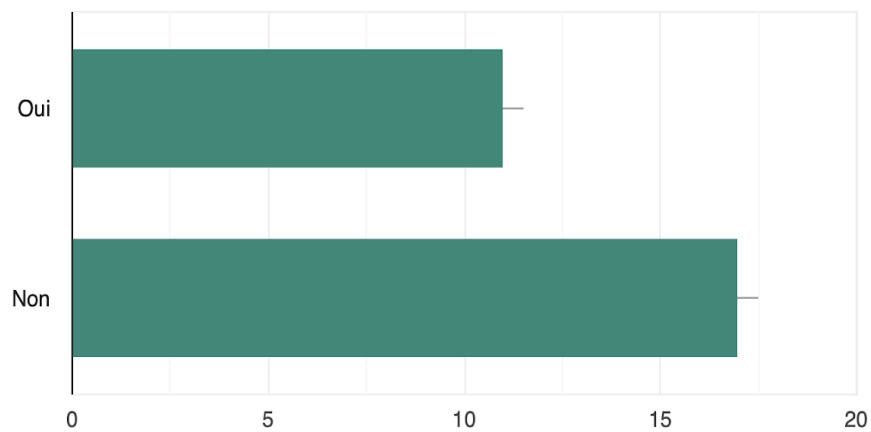
Possédez-vous (plusieurs réponses possibles)

28 réponses



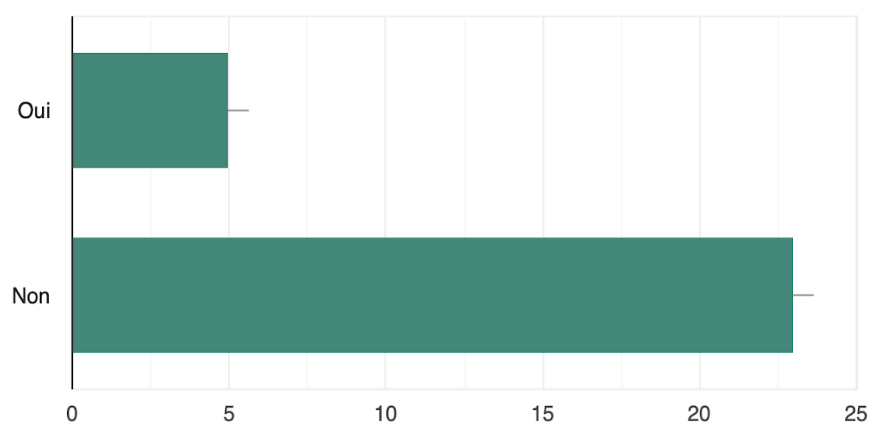
Un potager (production alimentaire)

28 réponses



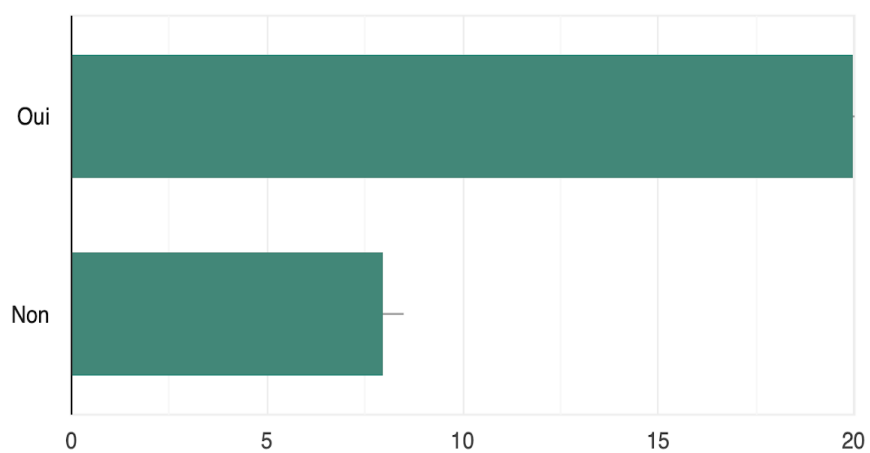
Un poulailler

28 réponses



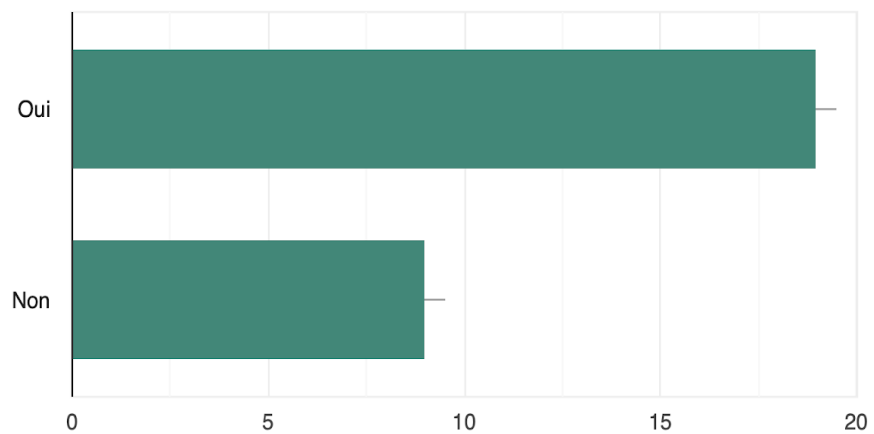
Des plantations en pot

28 réponses



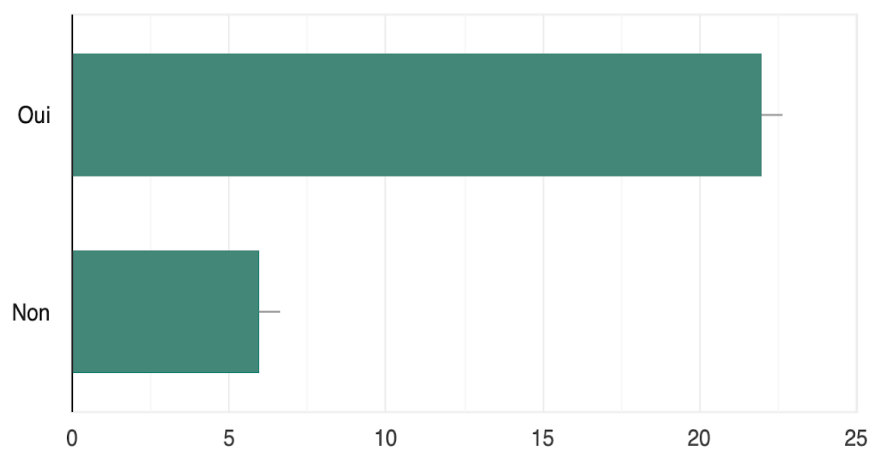
Des plantations pleine terre

28 réponses



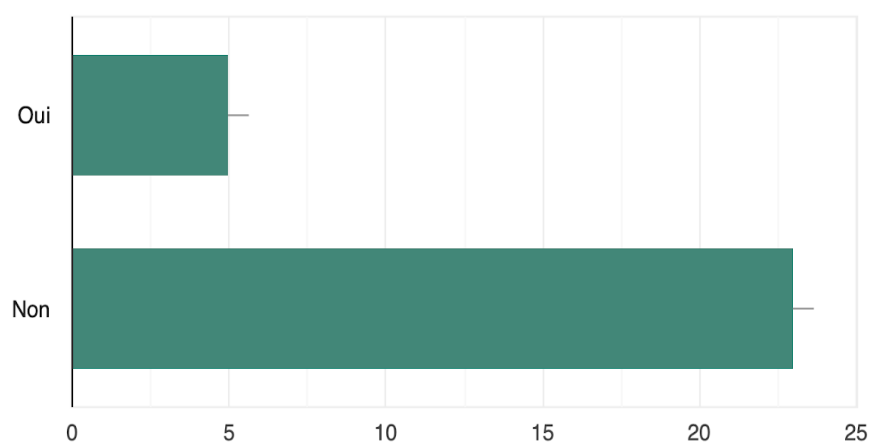
Comme endroit d'agrément/détente (jouer, manger à l'extérieur, bain de soleil)

28 réponses



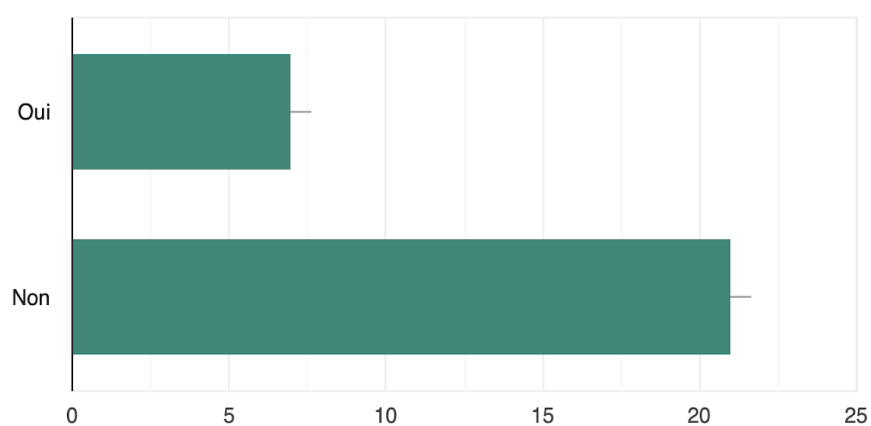
Pour récupération l'eau de pluie

28 réponses



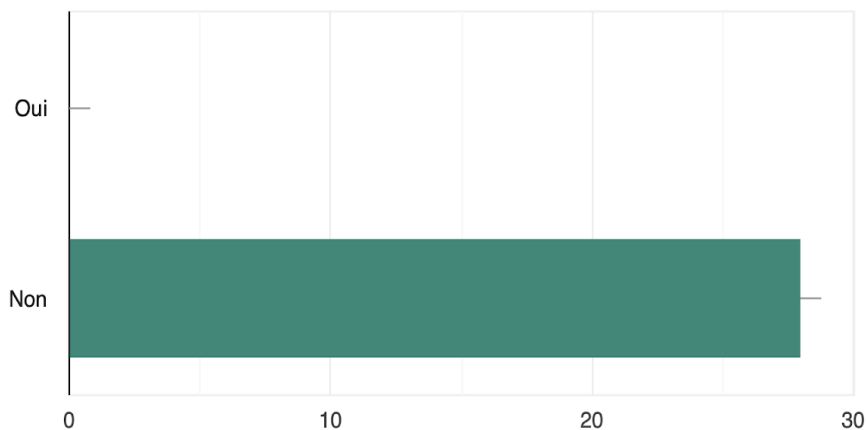
Des panneaux solaires

28 réponses



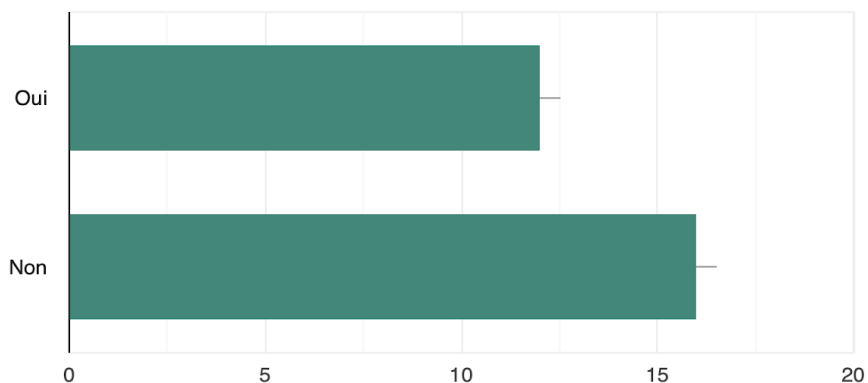
L'exploitation d'une ruche

28 réponses



Un compost

28 réponses



Si oui de quelle manière ?

En l'utilisant comme engrais pour notre serre

Engrais

On trie les déchets alimentaires

Dans une poubelle en métal dont on jette ensuite le contenu dans le grand compost du magasin Sequoia

Déchets végétaux, cuisine, jardin

Juste un tas au fond du jardin qui accueille déchet vert ,légumes.. Tout

Un coin délimité du jardin où nous jetons tous les déchets végétaux

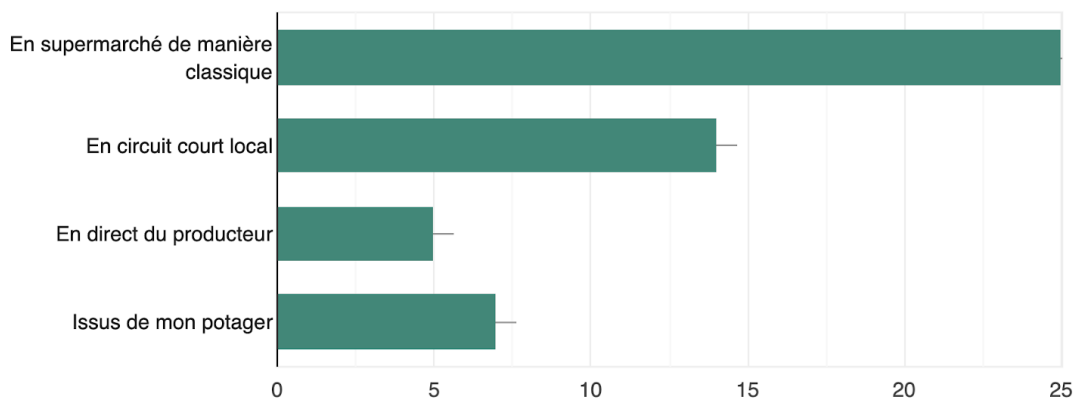
Dans un bac en bois fait maison

Sinon, pouvez-vous nous dire pourquoi ?

Pas pensé
 Manque d'espace
 Terrasse sur la toiture et complètement ensoleillée. Pas d'ombre.
 Pas l'espace d'en avoir un sur la terrasse
 Pas d'utilité
 Pas la place, système compliqué, la hauteur est un frein aux installations
 Notre balcon est trop petit et la toiture plate n'est pas à nous et est difficilement accessible
 Le compost n'est pas rempli assez vite
 récolte des déchets organiques à Bxl

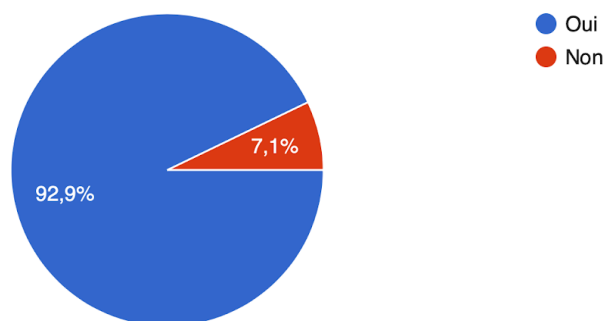
Lorsque vous effectuez vos achats alimentaires, ceux-ci sont sélectionnés (plusieurs réponses possibles)

28 réponses



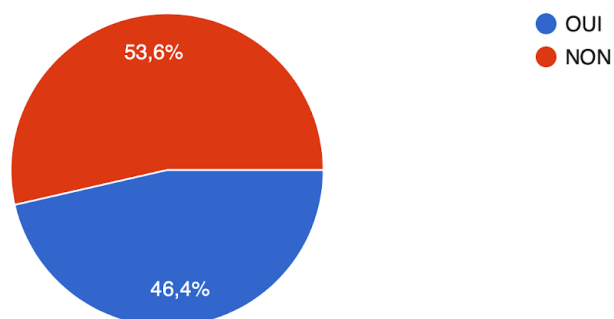
Seriez-vous intéressé par un producteur local et bio proche de chez vous ?

28 réponses



Avez-vous entendu parler d'exploitations des toitures plates ?

28 réponses



Si oui, pouvez-vous développer ? Avez-vous des idées ou que savez-vous sur le sujet ?

Je sais que cela ce fait de plus en plus

Je suis couvreur et si on veut exploiter les plateformes il faudra être attentif à ce que celle-ci soit en bon état et qui les' gens prennent conscience qu'ils sont sur un toit et pas dans leur jardin donc on peut pas y faire la même chose

Utilisation par installation de ruches, potagers

Pose de plantes grasses., mousse.... . Vu a la télévision

Des ruches, des potagers en ville

Toiture verte

Agriculture en ville sur les toits, ruches, aquaponie (ferme avec poisson en ville)

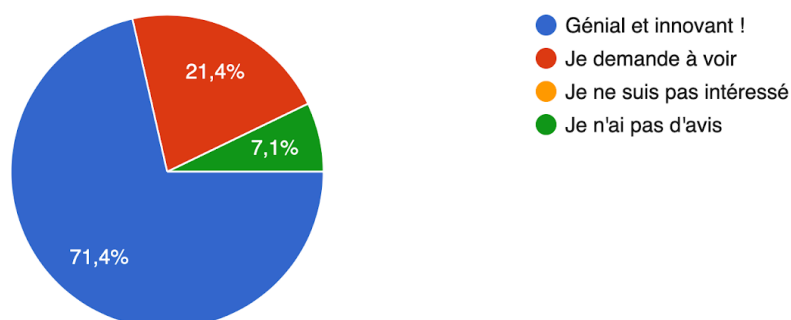
Ruche, potager,...

Mon entreprise utilise des toitures plates pour des panneaux solaires, une ruche...

Potager sur le toit

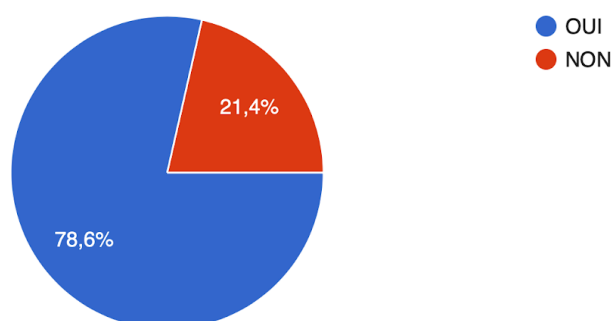
Que pensez-vous globalement des suggestions précitées ?

28 réponses



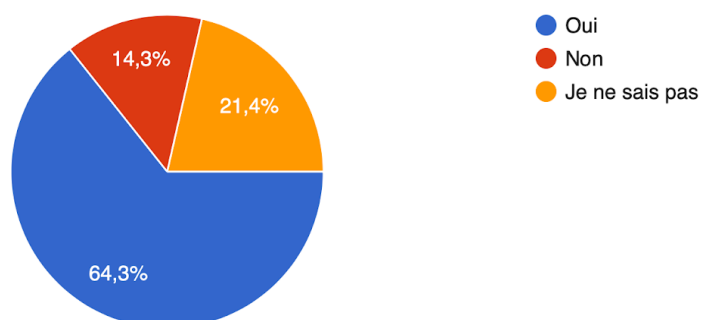
Si vous en aviez la possibilité, seriez vous intéressé par plus d'informations sur ces dispositifs ?

28 réponses



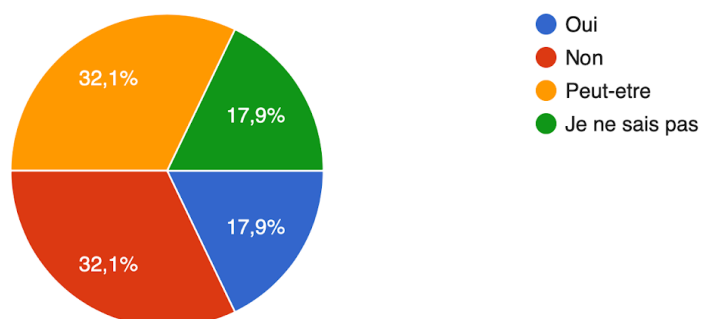
Si vous en aviez la possibilité, seriez vous intéressé par la mise en place chez vous d'un voir plusieurs de ces dispositifs ?

28 réponses



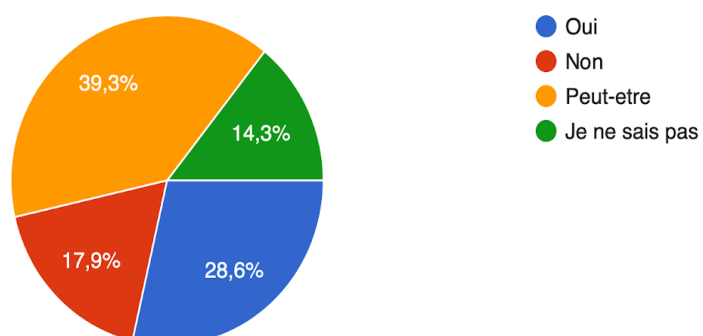
Seriez-vous prêts à partager/mettre à disposition votre toiture plate au profit de la communauté ?

28 réponses



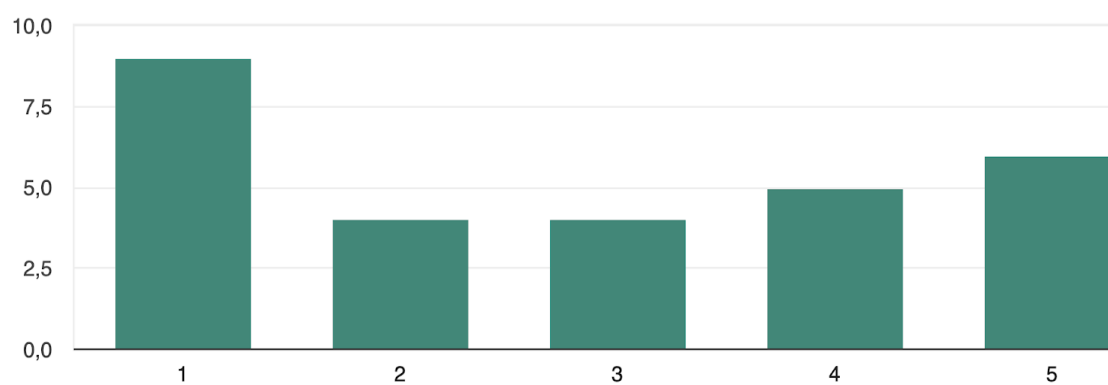
Seriez-vous intéressé de vous rendre/exploiter une toiture voisine ?

28 réponses



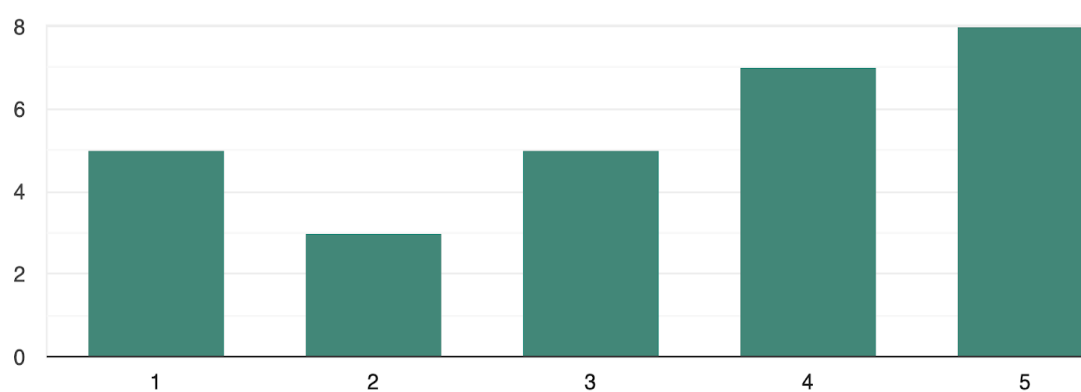
Un poulailler

28 réponses



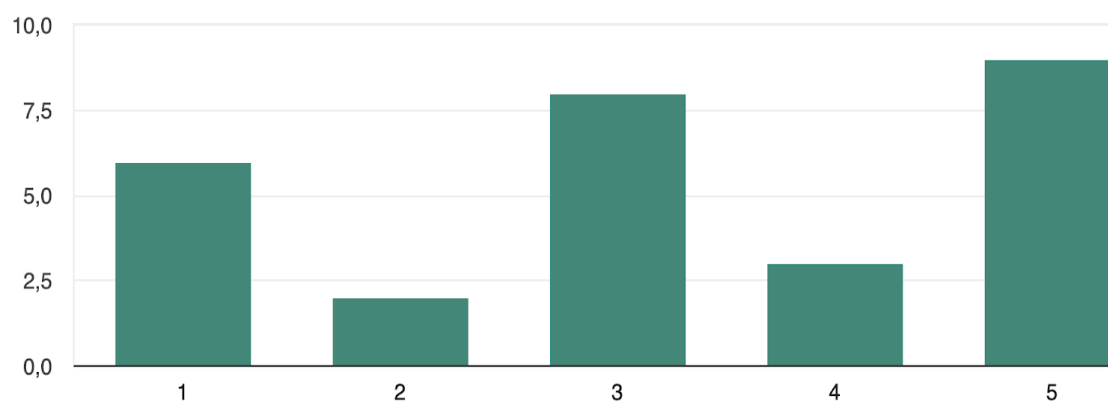
Un potager partagé

28 réponses



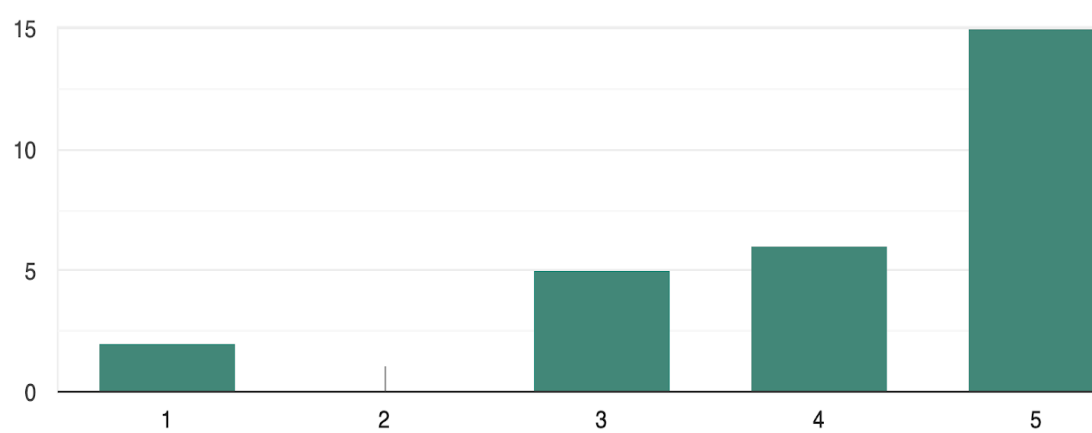
Implantation d'une ruche

28 réponses



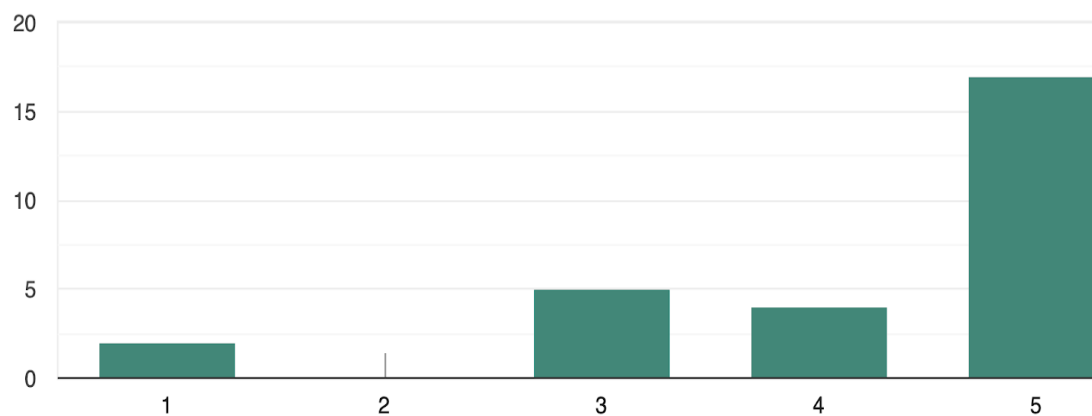
Réalisation d'un compost

28 réponses



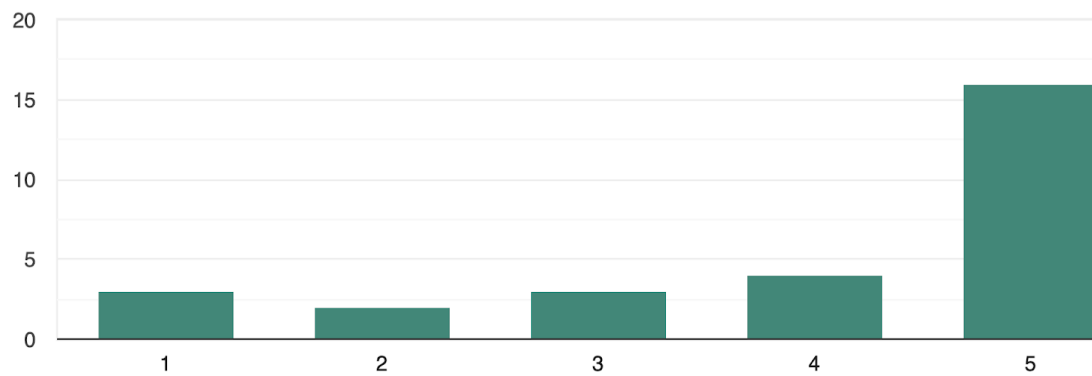
Système de récupération d'eau de pluie

28 réponses



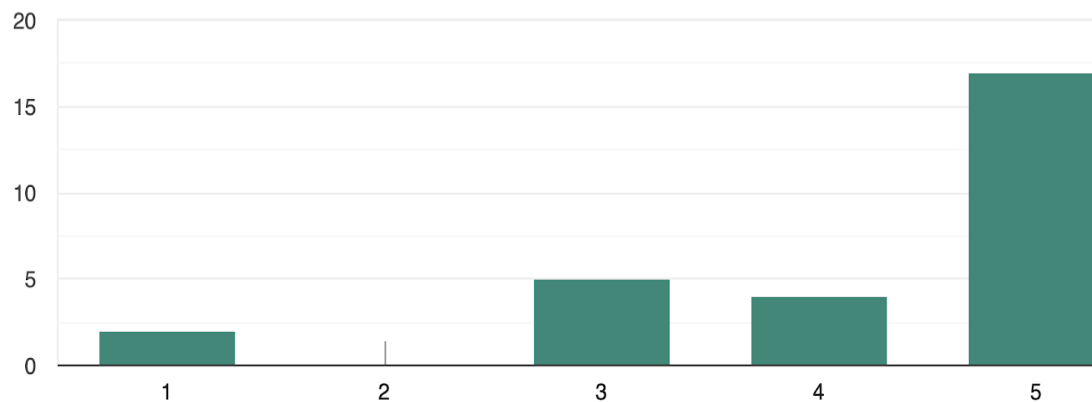
Un jardin d'agrément, de détente

28 réponses



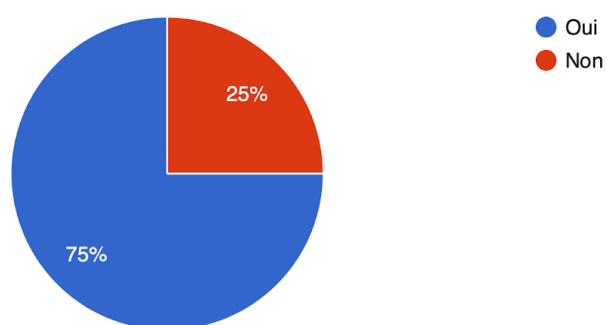
Pose de panneaux photovoltaïques/thermiques

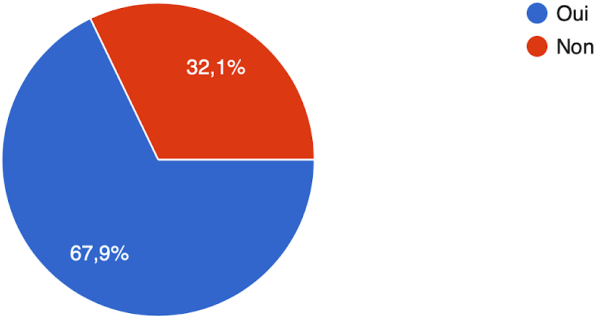
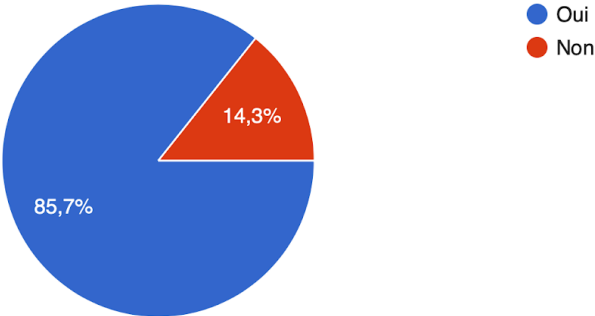
28 réponses



Seriez-vous intéressé par des formations pour adultes ou enfants ?

28 réponses



	Seriez-vous intéressé par l'utilisation d'infrastructures sportives situées sur des toitures 28 réponses  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oui</td> <td>67,9%</td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>32,1%</td> </tr> </tbody> </table>	Réponse	Pourcentage	Oui	67,9%	Non	32,1%
Réponse	Pourcentage						
Oui	67,9%						
Non	32,1%						
	Si cela existait, vous rendriez-vous dans un espace d'animation ponctuel type bar en toiture, after-work ? 28 réponses  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Réponse</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oui</td> <td>85,7%</td> </tr> <tr> <td>Non</td> <td>14,3%</td> </tr> </tbody> </table>	Réponse	Pourcentage	Oui	85,7%	Non	14,3%
Réponse	Pourcentage						
Oui	85,7%						
Non	14,3%						
	Auriez-vous une ou des suggestions, des remarques concernant l'exploitation des toitures plates en milieu urbain						
	<i>“Ce n’ est pas toujours aussi évident que l’on peut le croire. Cela demande un l’investissement financier assez important.”</i> <i>“ Notre toit ne peut supporter poids d’une personne”.</i> <i>“J invite aux habitants bruxellois de s’intéresser a ces projets”</i> <i>“ Bon pour la planète. Aux réponses j ai mis un car habitant dans le brabant wallon je suis servie.”</i> <i>“Piscine...”</i> <i>“Non”</i>						

ANNEXE 4

8.4. Vidéo installation de panneaux solaires sur toiture plate

<https://www.youtube.com/watch?v=m7NglVhP3LQ>

L'exploitation des toitures plates en milieu urbain

CONSTATS de la ville

- Phénomène d'urbanisation
- Exode rural
- Augmentation de la population

CONSEQUENCES de cette densification urbaine

- Consommation des sols
- Problèmes de logements
- Manque d'équipements
- Pénurie d'espaces verts
- Difficulté d'approvisionnement
- Circuit long
- Pollution urbaine
- Ilot de chaleur

STRATEGIES à mettre en place

- Initier à la transition
 - Préserver un certain équilibre
 - Mise en place d'une nouvelle politique environnementale
- VIA l'apport de nouveaux aménagements et usages à la ville

MOYENS d'actions

- Repenser la localisation via l'usage des :

TOITURES PLATES

Intégration utopique des équipements

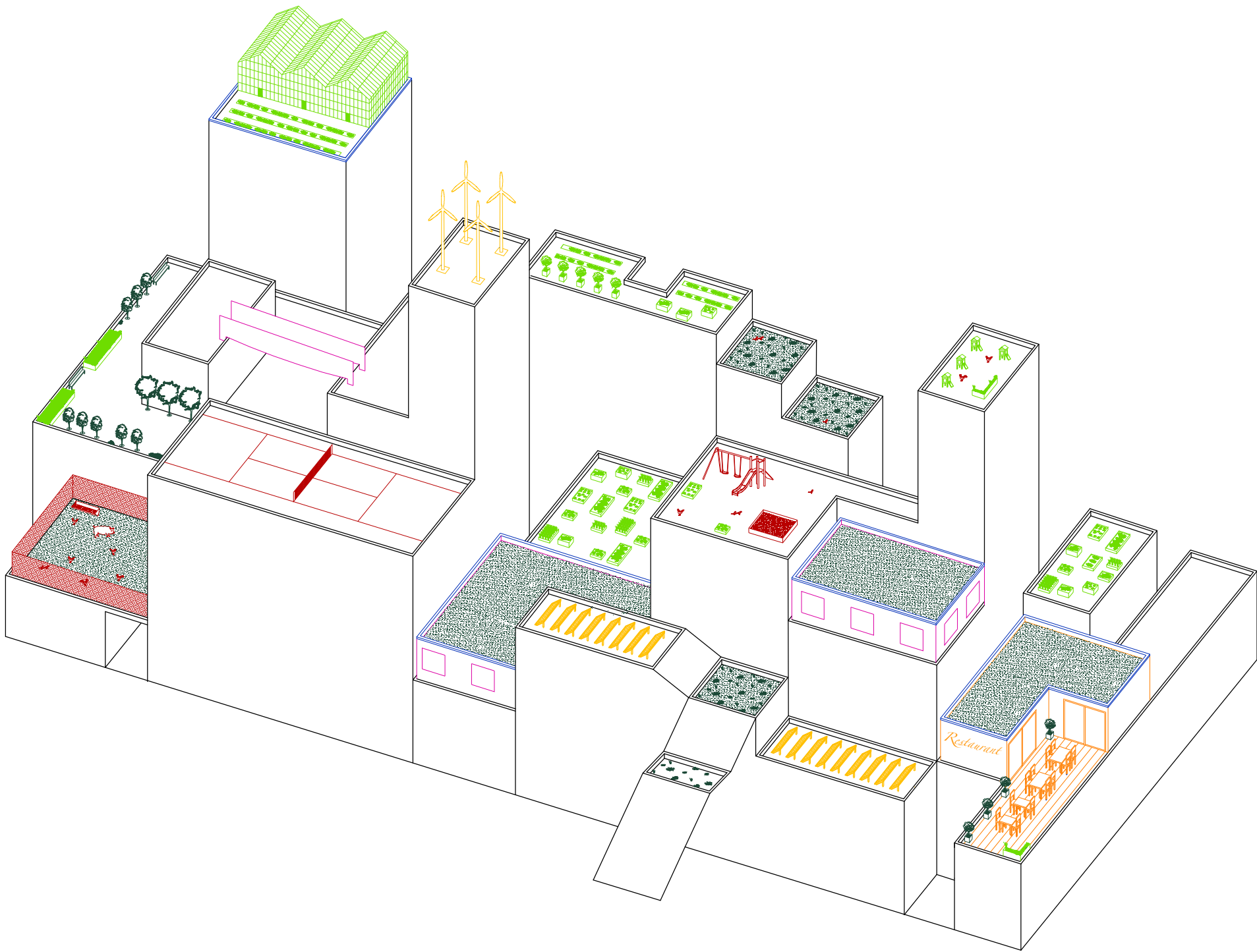


Tableau comparatif des dispositifs

Dispositifs	Typologie de toiture	Charges à prendre en compte	Accessibilité		Facilité de mise en oeuvre	Fonction			Compatibilité																											
			Limitée (pas ou peu d'entretien)	Aisée (nécessite un entretien)		Enseignement	Logement/Hotel	Bureaux	Commerce	Toiture stockante	Toiture végétale	Ruche	Poulailler	Nichoirs	Hôtel à insectes	Potager	Serre	Compost	Energies	Sportive	Bar/Restaurant	Place haute	Aire de jeux	Jardin/Parc	Mini ferme	Logement										
Toiture stockante			✗		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Toiture végétale			✗		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Ruche			✗		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Poulailler				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nichoirs				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hôtel à insectes				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Potager				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Serre				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Compost				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Energies			✗		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sportive				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bar/Restaurant				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Place haute				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Aire de jeux				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jardin/Parc				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mini ferme				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Logement				✗	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Légende

Equipement

Matériaux

Terre/Sable

Personnes

Eau

Animaux

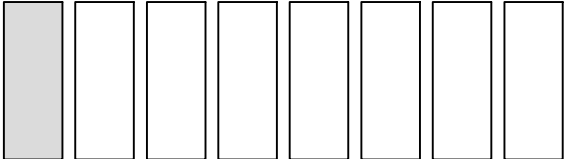
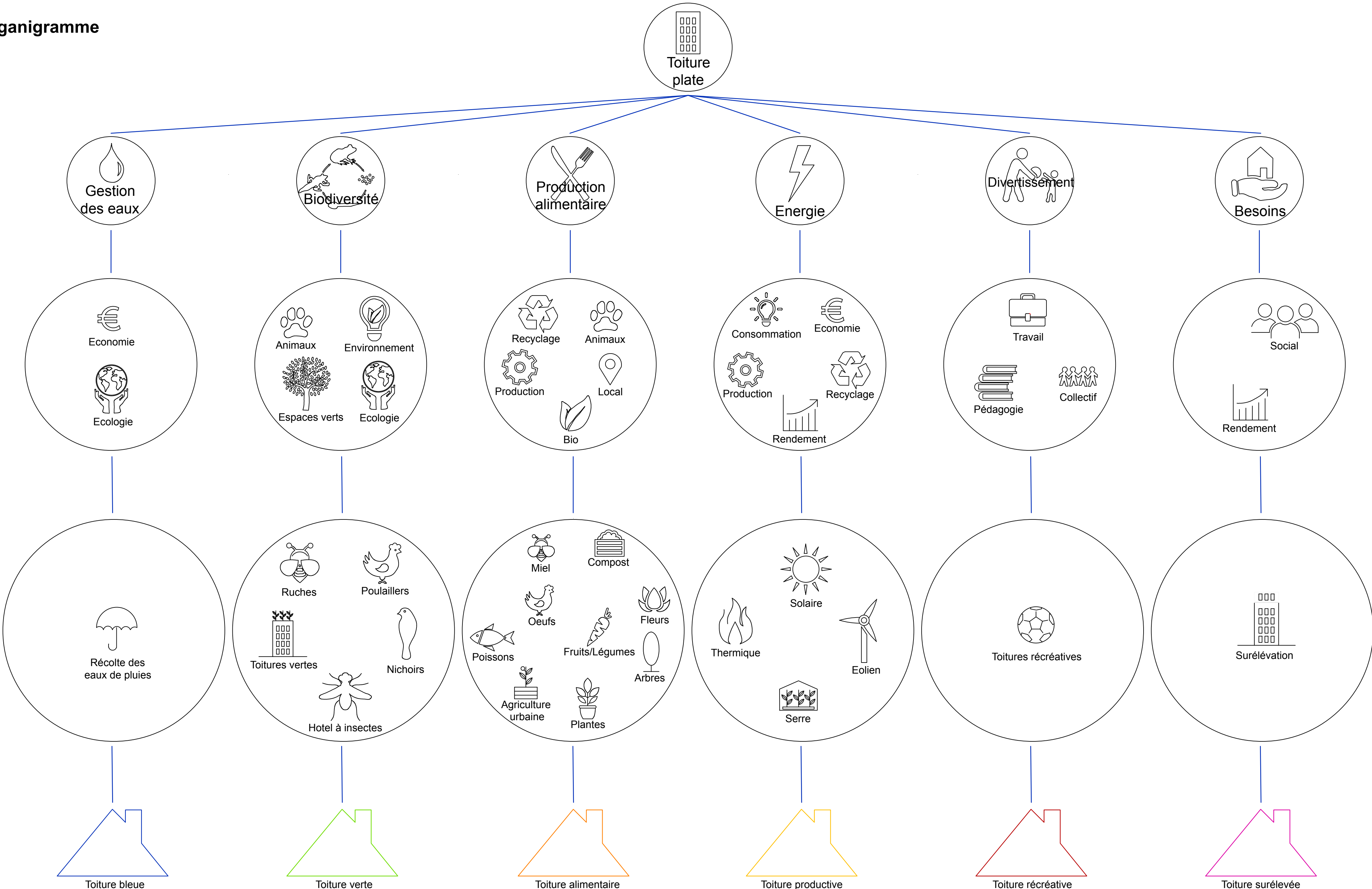
Faisable

Pas possible

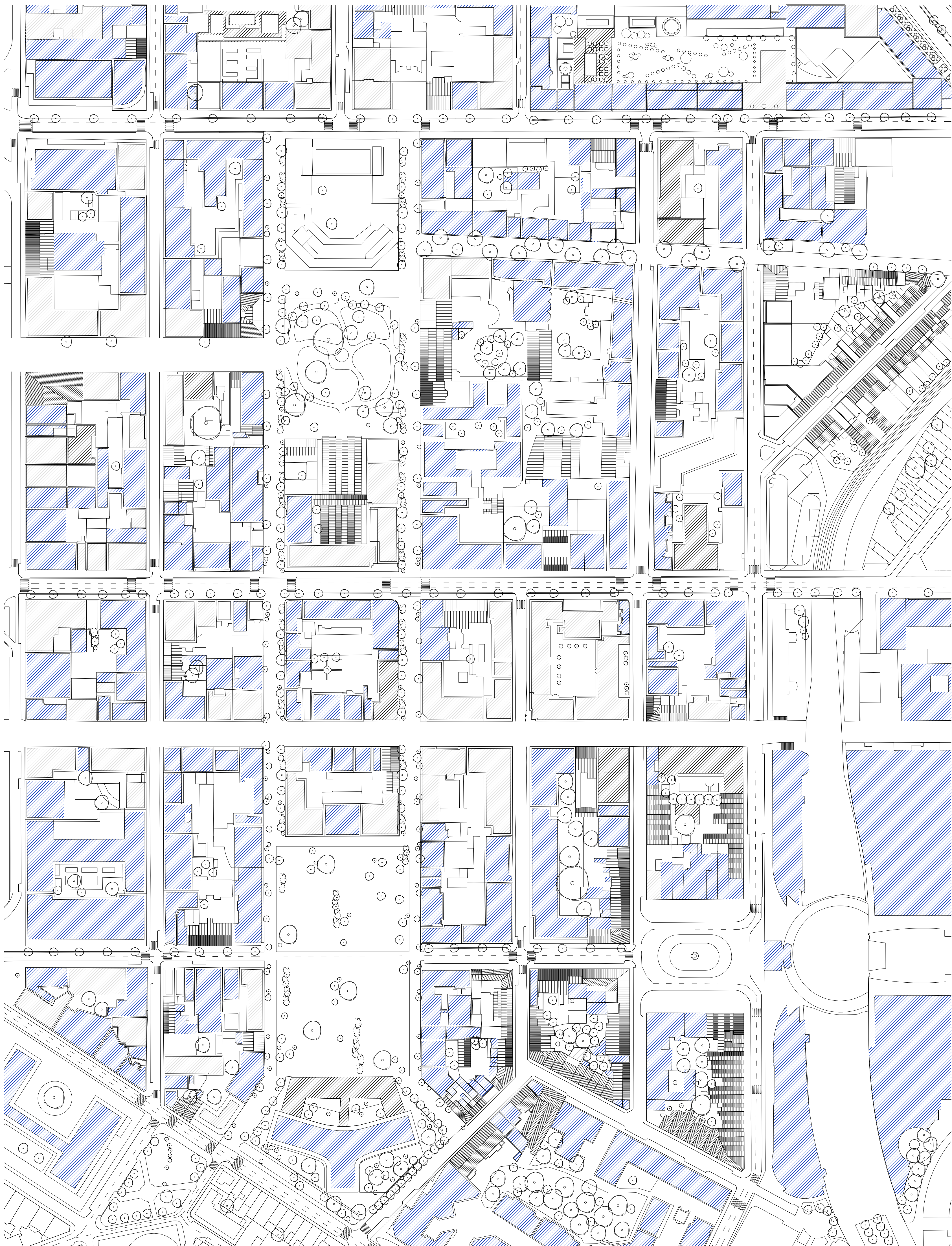
Choix

Organigramme

USAGES
FONCTIONS
DISPOSITIFS



Analyse du site

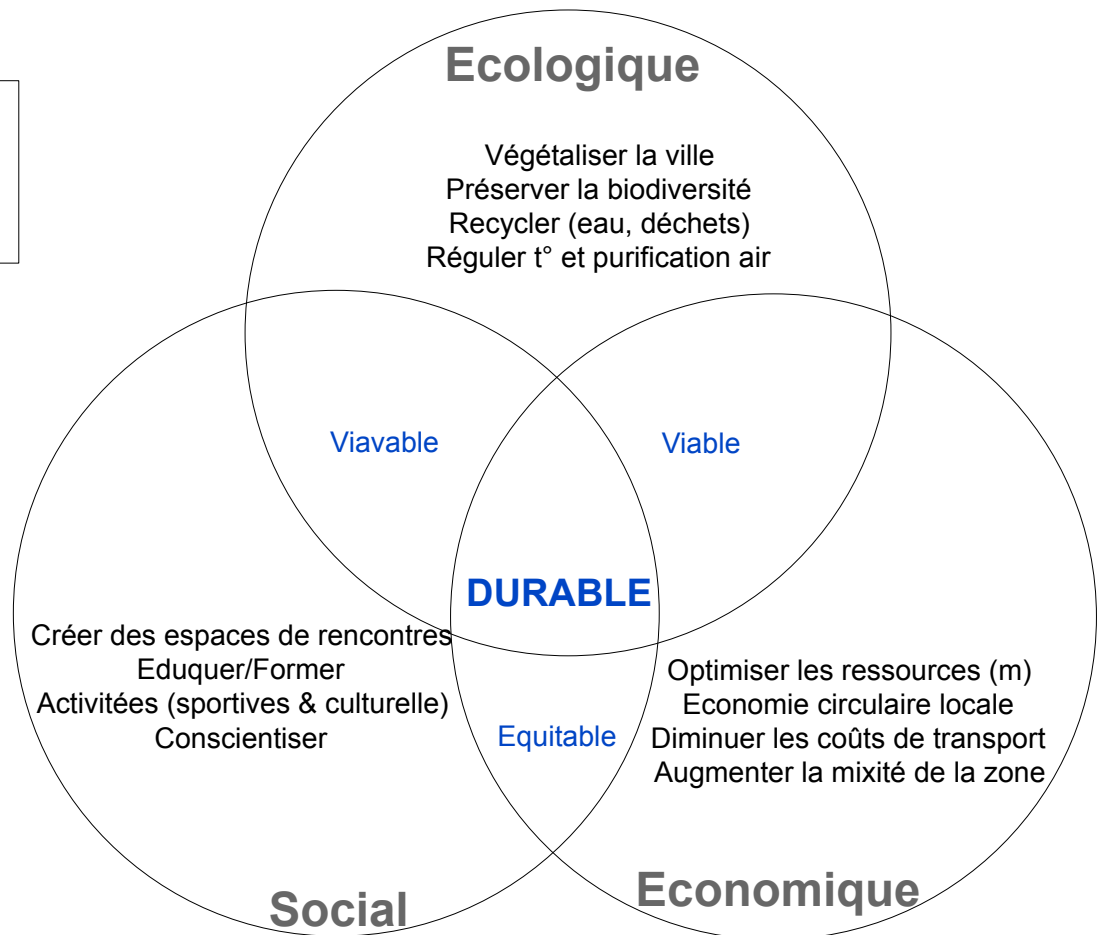


Recensement des toitures plates

Taux de toitures plates libres dans le quartier Léopold :
75%

DIAGNOSTIC du quartier

- Bilan :**
- bâtiments sécurisés/privés non accessibles
- Type d'usagers :**
- population aisée
 - principalement travailleurs
- Fonctions :**
- besoin en mixité
 - manque d'équipements de proximité, d'espaces publics et lieux de rassemblements

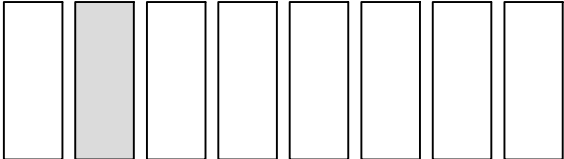
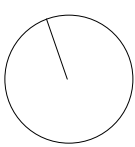


- Pentes
- Dispositifs techniques
- Aménagées
- Libres

3 PILIERS DU DEVELOPPEMENT DURABLE

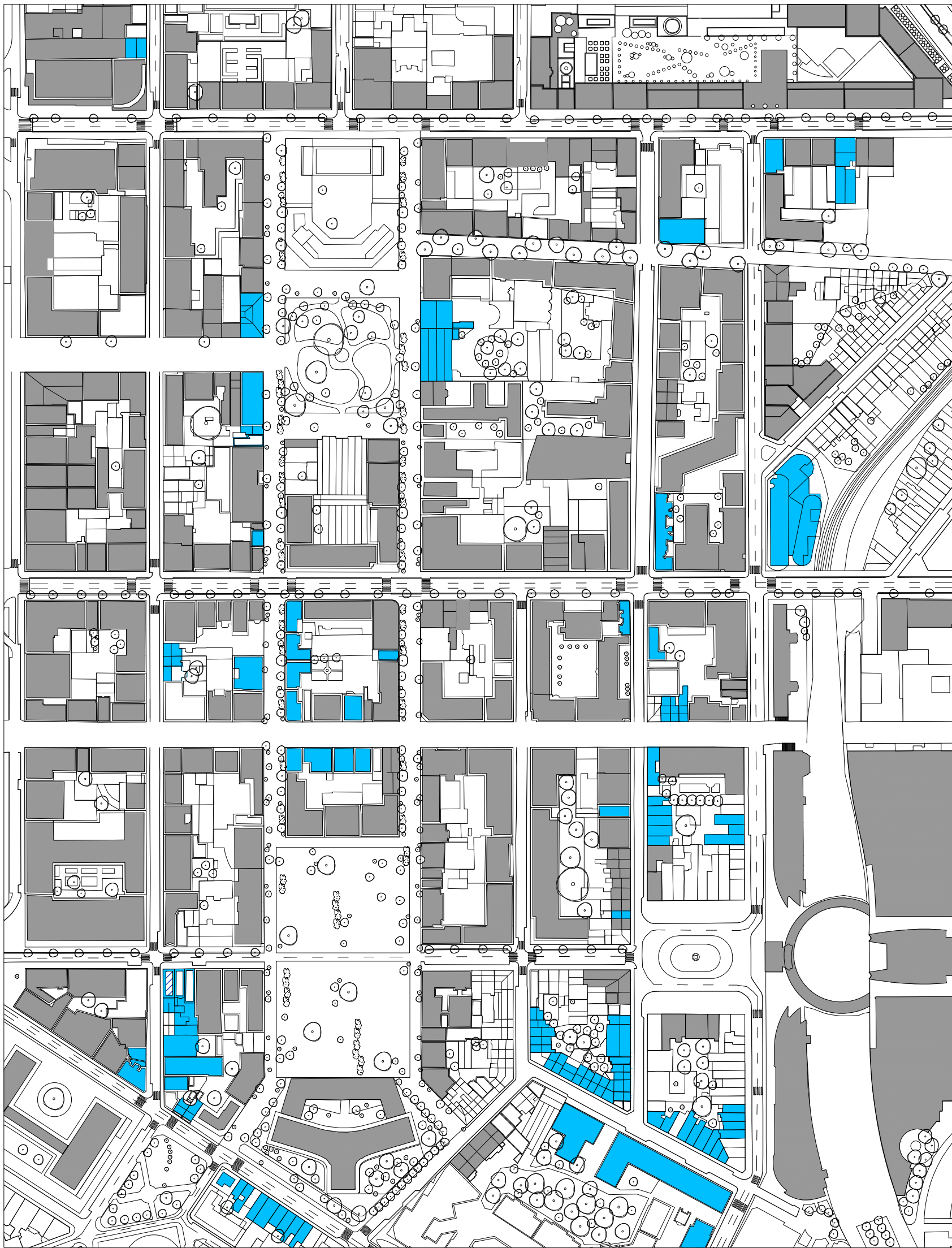
BUT du projet

Tendre vers un quartier durable



Démarches d'interventions

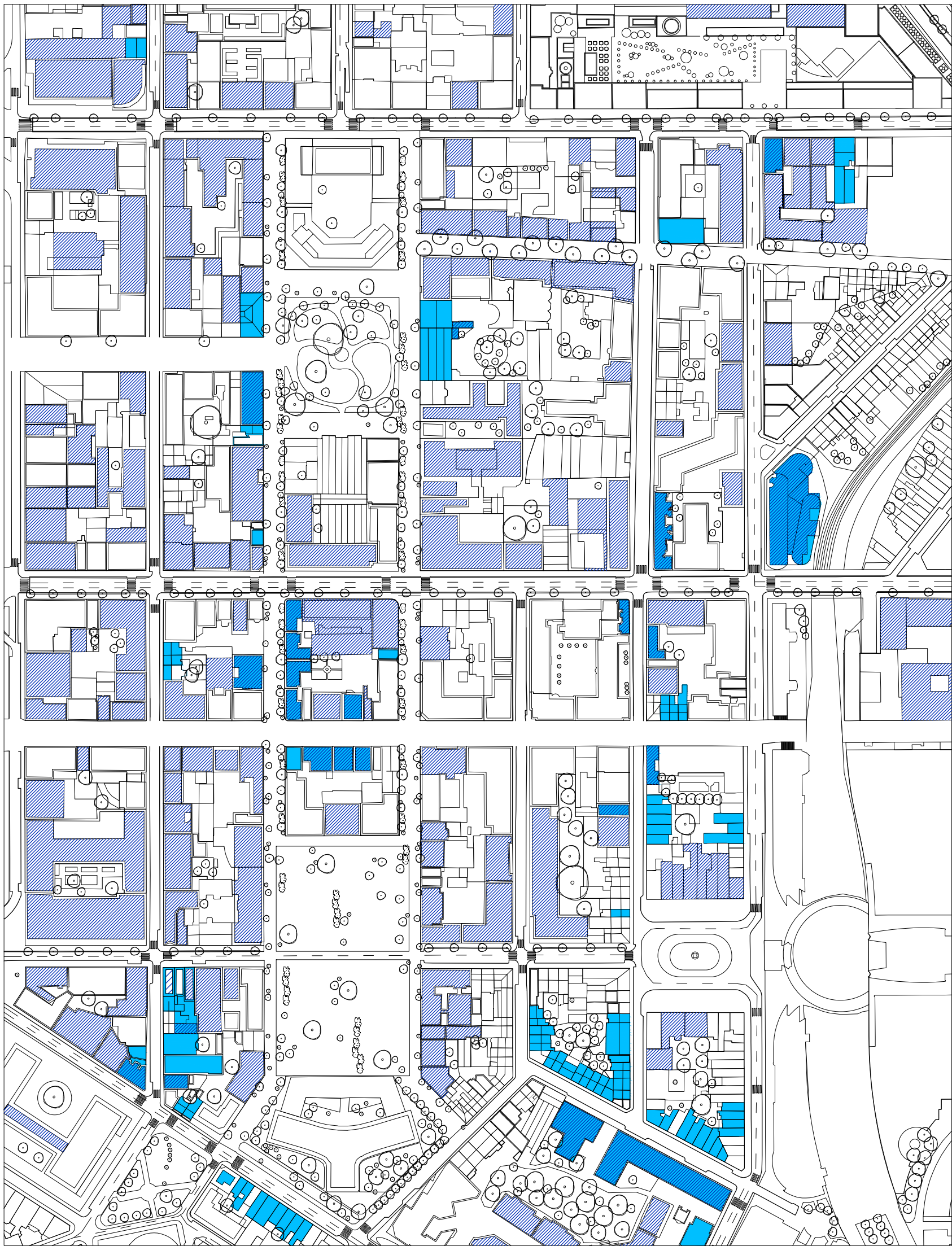
Situation existante



Typologies des fonctions au sol

Logements/Hotels
Bureaux

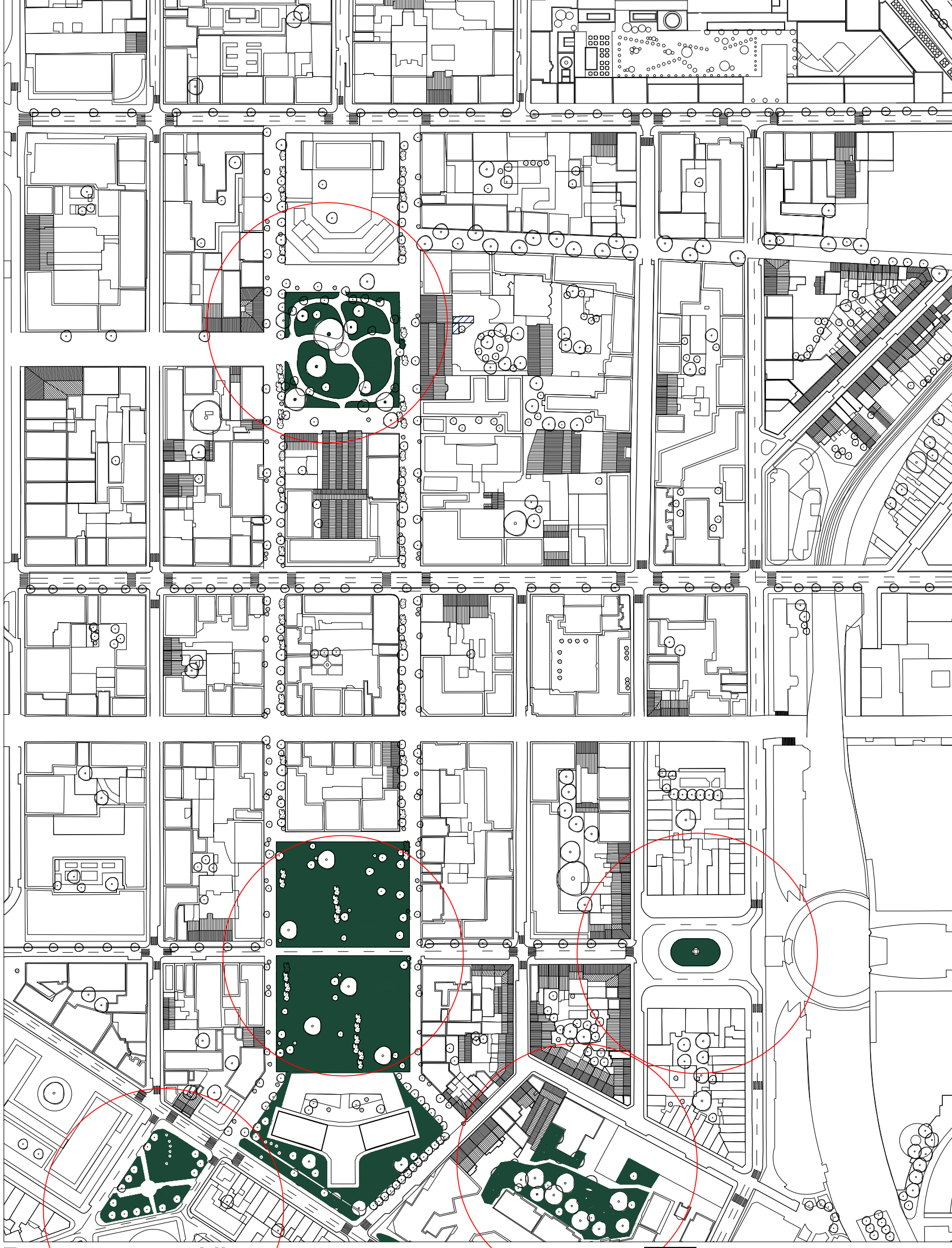
Situation projetée



Densification

Logements existants
Logements projetés

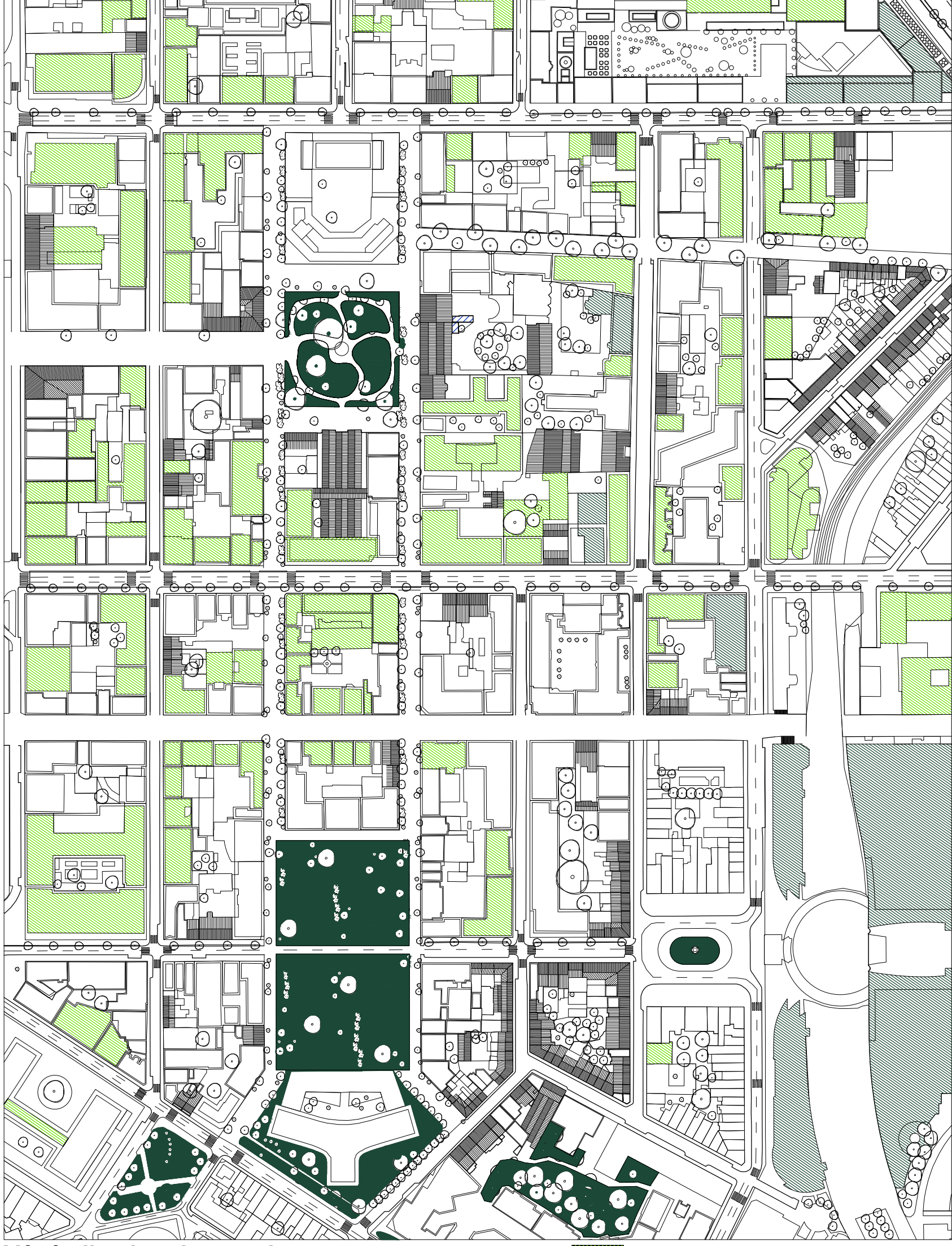
Situation existante



Espaces verts publics

Parcs & jardins publics

Situation projetée



Végétalisation du quartier

Agriculture urbaine projetée
Proposition de parcs & jardins
Parcs & jardins existants

DENSIFIER la ville

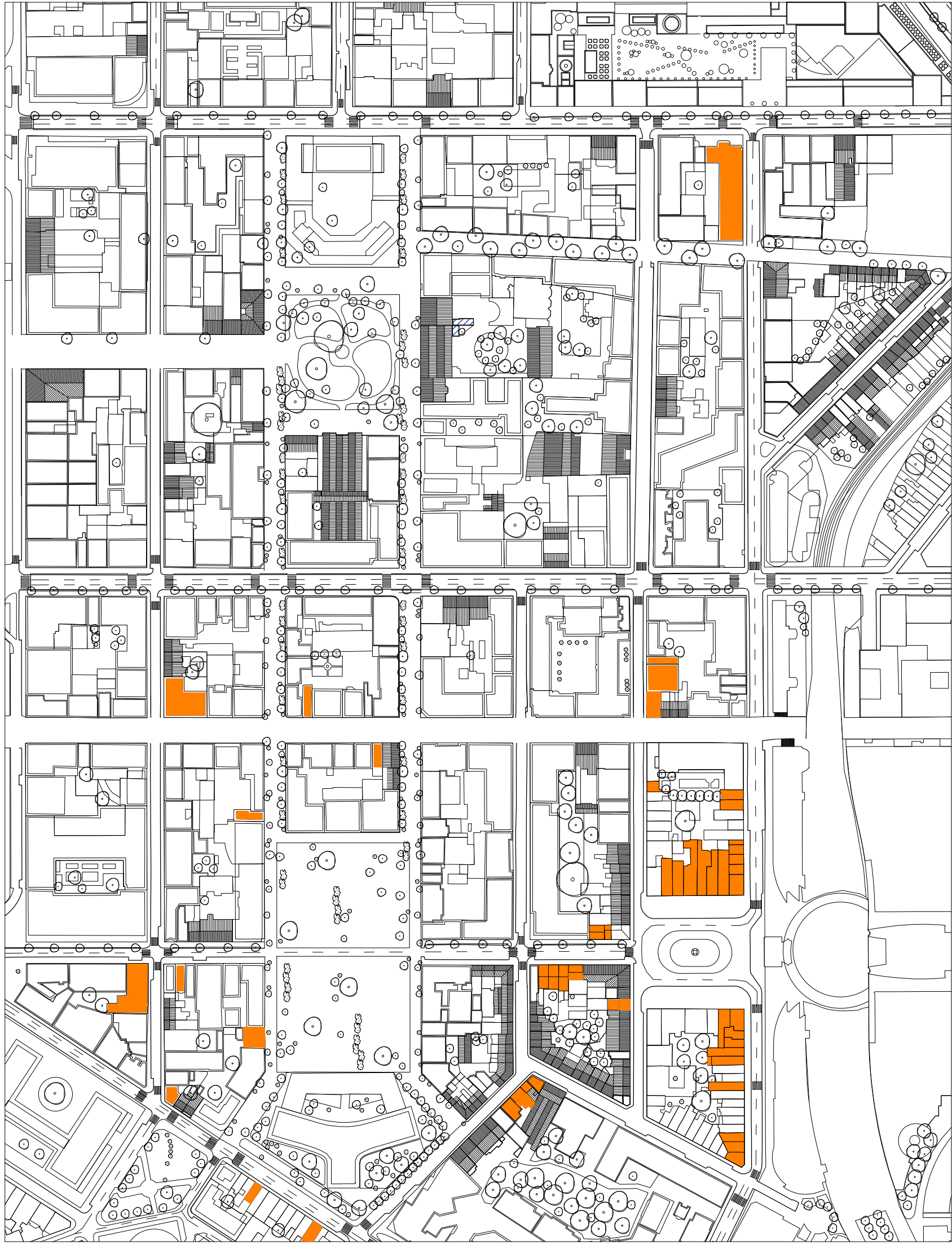
Réhaussement d'immeubles
Augmentation de la mixité

VEGETALISER la ville

Augmentation de la biodiversité
Atténuation des îlots de chaleur
Régulation t° & purification de l'air

Démarches d'interventions

Situation existante



Equipements existants

Commerces et restaurants

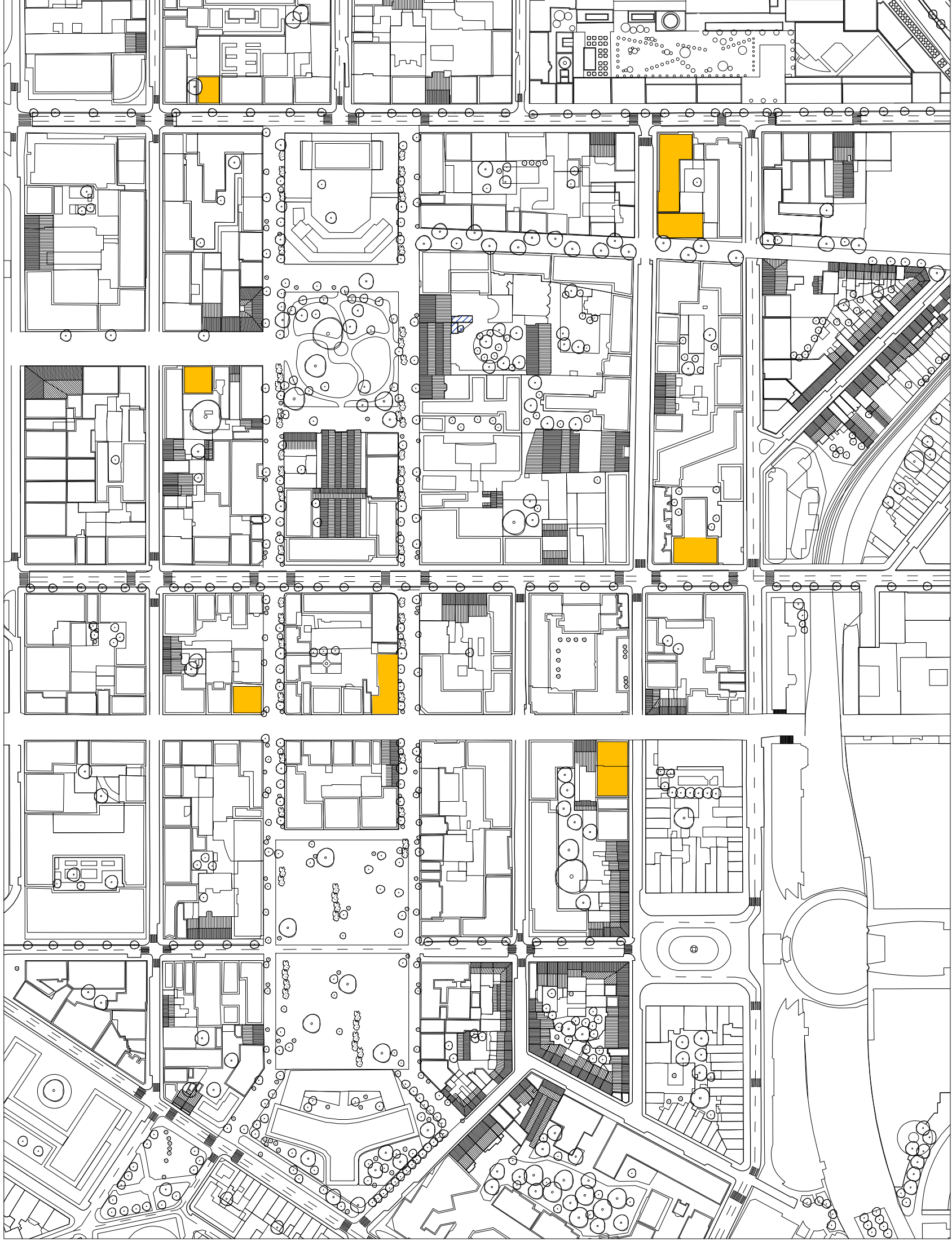
Situation projetée



Renforcement des équipements

Place haute
Toiture récréative
Restaurants/café proposés
Restaurants/café existants

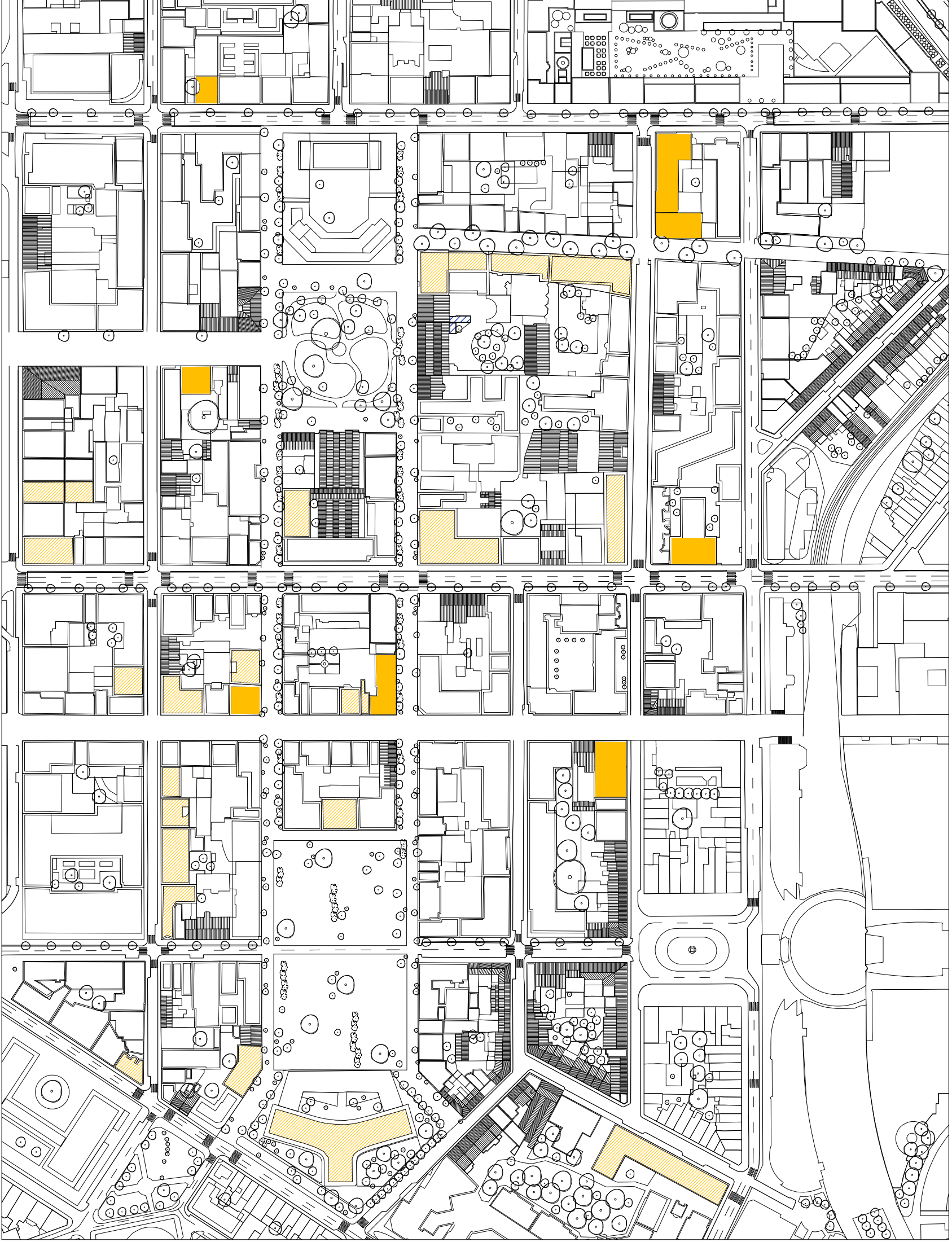
Situation existante



Productions énergétiques existantes

Solaire/Thermique/Eolien

Situation projetée



Intervention production énergétiques

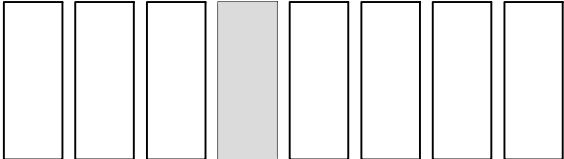
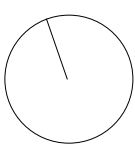
Equipements solaires projetés
Equipements solaires existants

RENFORCEMENT des équipements

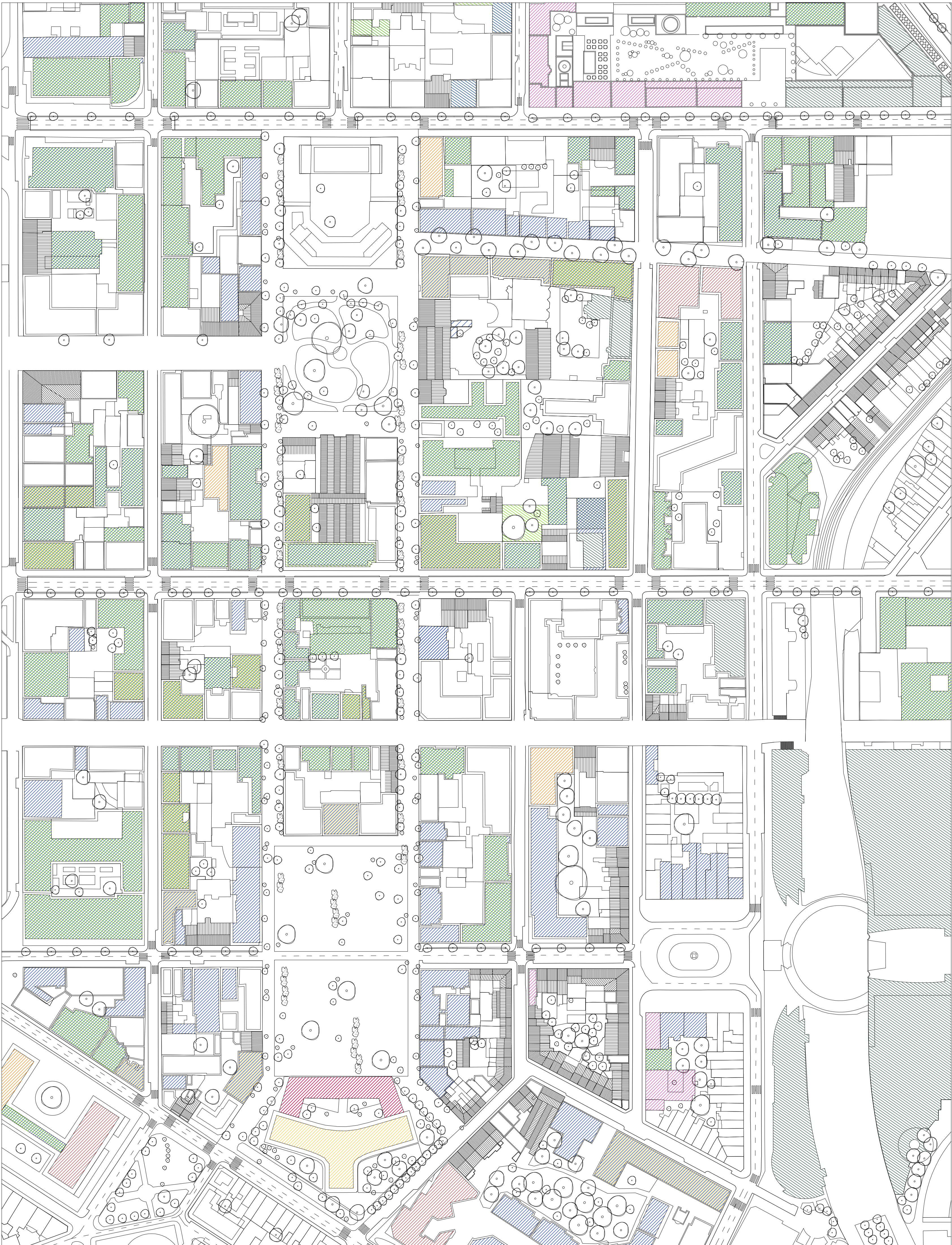
Augmentation de la mixité
Densification de commerces
et points alimentaires
Renforcement des points
de rencontres

PRODUCTION énergétique

Optimisation de l'espace pour de
nouvelles ressources



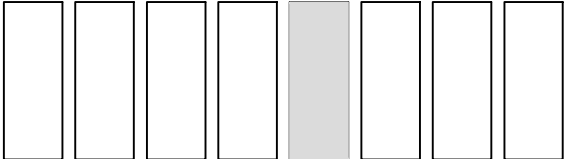
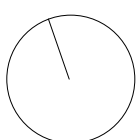
Masterplan - proposition utopique



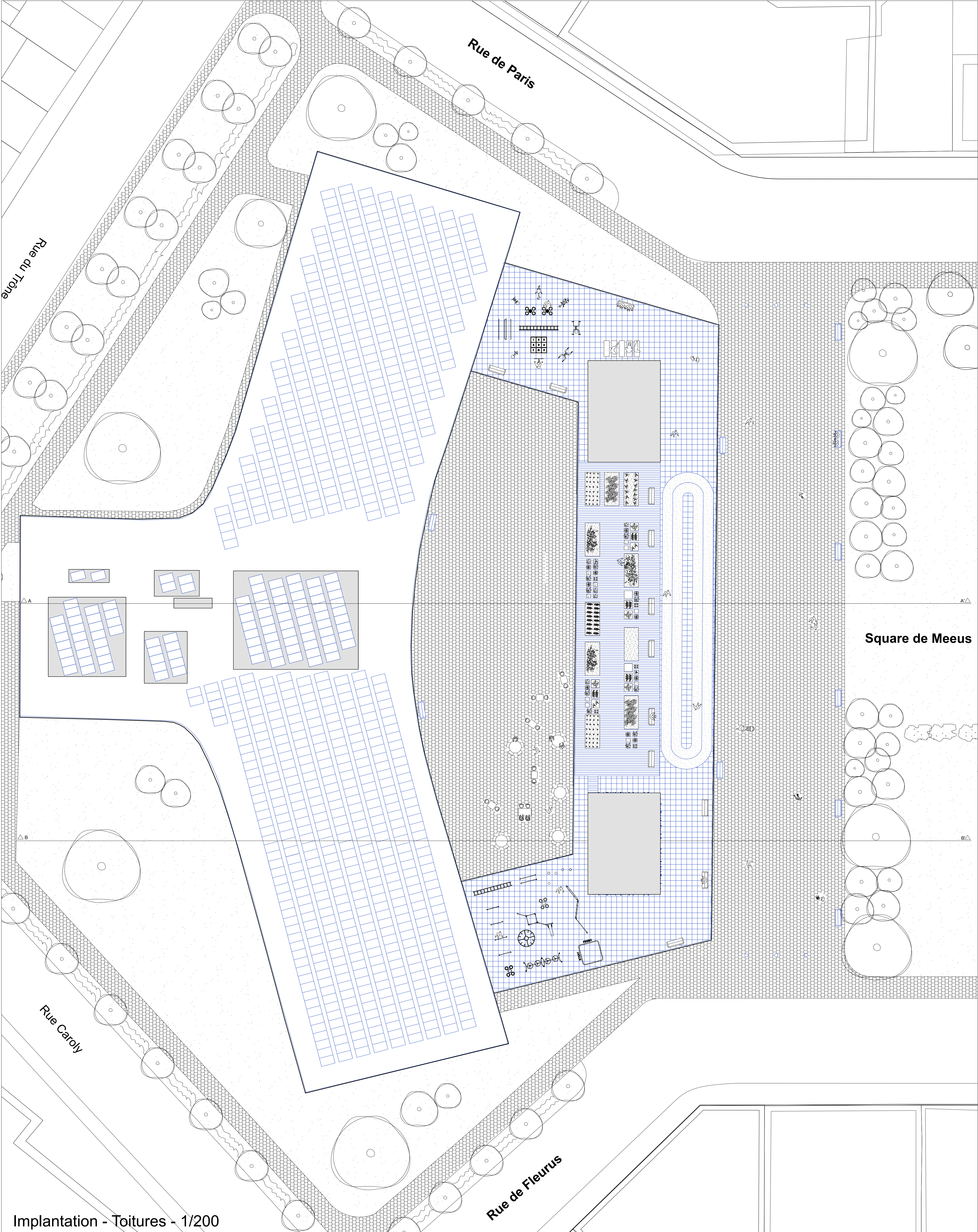
Scénario (mise en place des dispositifs)

- Agriculture urbaine
- Parcs & jardins
- Restaurants/café
- Logements
- Places hautes
- Toitures récréatives
- Solaire/Thermique/Eolien

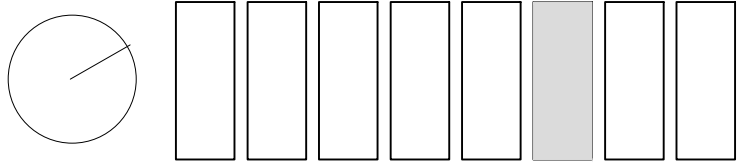
Démarche d'intervention : 62% d'utilisation des toitures plates libres



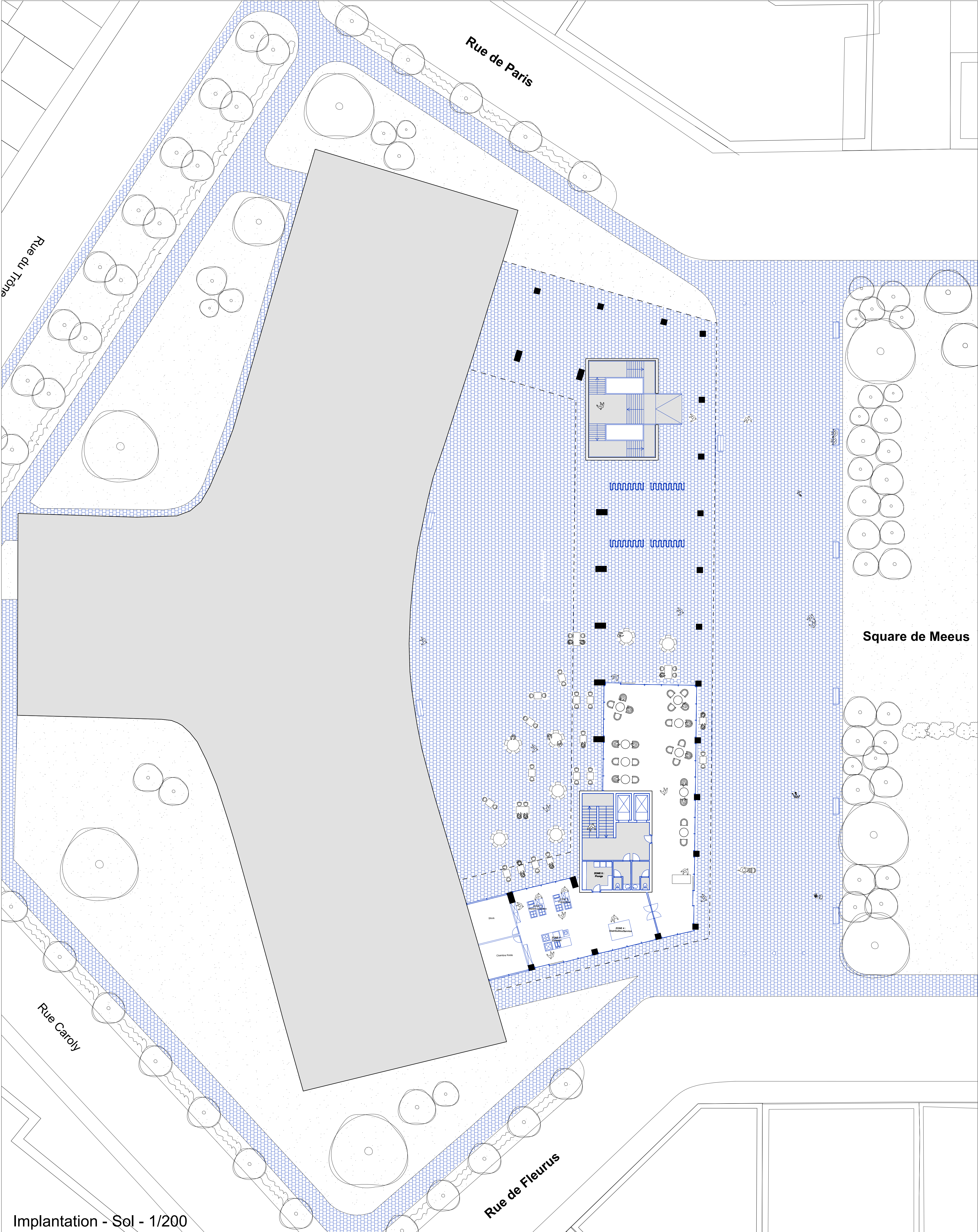
Plan d'implantation - Toiture



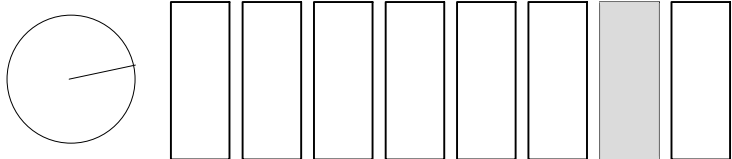
Implantation - Toitures - 1/200



Plan d'implantation - Sol



Implantation - Sol - 1/200



Coupe & Elevations

