HAL
open science

L'investissement de la cinquième façade et le développement vertical de la ville

Marie Brard

To cite this version:

Marie Brard. L'investissement de la cinquième façade et le développement vertical de la ville. Architecture, aménagement de l'espace. 2021. dumas-03281200

HAL Id: dumas-03281200

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03281200

Submitted on 17 Sep 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

BRARD MARIE

MASTER 2 UPU urbanisme et projet urbain

IUGA institut d'urbanisme et de géographie Alpine

GRENOBLE

Année 2020-2021

PFE : Projet de Fin d'Etude

Sujet :

L'investissement de la cinquième façade et le développement vertical de la ville

PFE encadré par le tuteur universitaire : NOVARINA GILLES

le tuteur d'entreprise : NGUYEN TAN

Présence lors de la soutenance du PFE de Novarina Gilles, Nguyen Tan et Seigneuret Natacha.

Table des matières

INTRODUCTION 6

Définitions des termes clefs du sujet 8

..... 14

Grandes mesures engagées par la loi climat 14

PARTIE 1 - Aménager les toits : ces espaces avec du potentiel et des avantages 16

Historique de l'émergence de l'occupation des toits 16

Densifier verticalement en aménageant les toits en lieux publics 21

Le renouvellement urbain par la surélévation 27

Des aménagements durables sur nos toits 30

L'intégration des toitures végétales 30

Le développement de l'agriculture urbaine en toiture 41

Le toit comme support de production d'énergie durable 45

PARTIE 2 – Comment réinvestir les toits 49

Cas d'étude : la ville d'Annemasse 49

PARTIE 3 – Les contraintes et les points faibles de la cinquième façade 59

La Règlementation en vigueur pour l'aménagement des toits 59

La limite du privé / public pour l'aménagement en toiture 60

L'absence de la rue pour rejoindre les espaces publics en toiture 60

Les difficultés liées à l'entretien de ces espaces en toiture 61

Une logistique compliquée pour l'agriculture en toiture 62

Une mauvaise image dans l'imaginaire collectif 63

Les toitures vertes dans les opérations immobilières 63

Une démocratisation de la toiture végétalisée reste à faire 64

Conclusion Générale 65

BIBLIOGRAPHIE 67

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Une carte montrant l'urbanisation des villes européennes en 2000 et une carte présentant une projection sur 2100, produites par l'Université du Delaware 7
Figure 2 : Schéma explicatif de la densité et des formes urbaines 8
Figure 3 : Schéma explicatif de la densité et des formes urbaines 9
Figure 4 : Présentation des différents types de toitures 12
Figure 5 : Toit en végétal 14
Figure 6 : Toit en bois 14
Figure 7 : Toit en terre crue 14
Figure 8 : Toit en cuivre 14
Figure 9 : Toit en pierre 14
Figure 10 : Toit en terre cuite 14
Figure 11 : Casino Théatre de Rudolph Aronson 16
Figure 12 : Circuit automobile de l'usine Fiat Lingotto 17
Figure 13 : Toit actuel 19
Figure 14 : Toit originel 19
Figure 15 : Viaduc originel 20
Figure 16 : Viaduc actuel 20
Figure 17 : High Line actuelle 21
Figure 18 : High Line originel 21
Figure 19 : Le Cinéma OnAIR de Nantes 22
Figure 20 : La Patinoire des Galerie Lafayette 22
Figure 21 : Le Nouvel Opéra d'Oslo 23
Figure 22 : La Casa Mila de Barcelone 24
Figure 23 : Parking Silo de Copenhague 24
Figure 24 : Présentation du Rooftoping 25
Figure 25 : L'Ascenseur incliné de Bilbao 26
Figure 26 : L'Ericsson Globe et ses Sky View 26
Figure 27 : Opération de surélévation d'immeuble en verrière par le studio architecture à Paris .. 27
Figure 28 : Opération d'aménagement d'un rooftop en 3 maisons en bois à Paris 28
Figure 29 : Opération de Collage urbain à Champigny sur Marne 29
Figure 30 : Schéma d'un toit végétalisé 31
Figure 31 : Vue en coupe de la structure d'un toit végétal 32
Figure 32 : Abribus végétalisés de la ville d'Utrecht 35
Figure 33 : Petits espaces de toitures 35
Figure 34 : Exemple de tableau avec coefficient de Biotope pour la ville de Berlin 38
Figure 35 : Centre de conférence de Fukuoka au Japon 40
Figure 36 : L'université féminine Ewha de Séoul 40
Figure 37 : Schéma présentant la culture en bac et en hydroponie 43
Figure 38 : Schéma et photo présentant l'aquaponie 43
Figure 39 : Ferme aromatique sur le toit Beaugrenelle à Paris 44
Figure 40 : Panneaux photovoltaïques 45
Figure 41 : Panneaux thermiques 46
Figure 42 : Panneaux aérovoltaiques 46
Figure 43 : Résultats de données chiffrées obtenus par le Panorama de l'énergie renouvelable . 47

Figure 44 : Couple de panneaux solaires et de toiture végétale 48
Figure 45 : Schéma présentant la ville géographiquement 49
Figure 46 : Ville d'Annemasse 49
Figure 47 : Différents tissus de la ville d'Annemasse 51
Figure 48 : Photos aériennes provenant de Google Earth 52
Figure 49 : Parcelle de la Galerie Géant et délimitation du toit projet 54
Figure 50 : Toit en projet et situation urbaine 54
Figure 51 : Plan Masse du projet possible pour la Galerie Géant 55
Figure 52 : Toit de l'Opéra Bastille 55
Figure 53 : Toit en projet et situation urbaine 56
Figure 54 : Parcelle de l'immeuble et délimitation du toit projet 56
Figure 55 : Plan Masse du projet possible pour la Galerie Géant 56
Figure 56 : Ecole Aimé Césaire de Nantes 57
Figure 57 : Intensive Green Roff en République Tchèque 61

Sujet : L'investissement de la cinquième façade et le développement vertical de la ville

Problématique : Comment répondre aux problématiques causées par l'étalement urbain et l'artificialisation des sols en investissant la cinquième façade ?

« Le ciel est, par-dessus le toit, Si bleu, si calme !

Un arbre, par-dessus le toit, Berce sa palme. […] »

Paul Verlaine

.

INTRODUCTION

Selon l'ONU, près de 70 % de la population mondiale vivra en ville d'ici 2050. Contre « seulement » 55 % aujourd'hui.

Une journaliste du site *futura science* nous explique que selon des études satellites, dans le monde, entre les années 1985 et 2015, l'urbanisation des villes a consommé 10.000 km² de terre par an. La surface terrestre urbanisée par les villes a atteint plus de 650 000km² en 2015 alors qu'elle était de l'ordre de 360 000 km² en 1985. Le taux d'urbanisation a été estimé à quatre fois supérieures à ce qui avait été prévu.

Elle explique que si l'urbanisation continue de croitre similairement aux dernières années, mondialement, la surface urbanisée par les villes pourrait atteindre 1.6 millions de km² en 2100 selon des projections de chercheurs de l'université du Delaware.[1]

Ces chiffres et ces données m'ont interpellés et m'ont poussé à me questionner sur une réappropriation des toits pour urbaniser verticalement et consommer moins d'espace.
En effet, la demande des citoyens à vivre en ville est grandissante. Le problème étant que plus la densité urbaine est élevée, plus l'étalement urbain est croissant. Ainsi actuellement, les ambitions gouvernementales sont claires sur le fait de devoir urgemment repenser nos façon de consommer l'espace en repensant nos aménagements urbains et en essayant de respecter à terme une zéro artificialisation nette.
Selon le ministère de la transition écologique « En France, entre 20 000 et 30 000 hectares sont artificialisés chaque année. Cette artificialisation augmente presque 4 fois plus vite que la population » Cette perte croissante d'espaces naturels, forestiers ou agricoles entraîne à terme des problèmes majeurs. L'habitat de la faune et la flore locale est mis en péril et cela peut participer à la disparition de certaines espèces. De plus, l'artificialisation des sols entraîne une hausse des îlots de chaleur urbains et implique immédiatement une hausse du réchauffement climatique. Les risques d'inondations se multiplient par l'imperméabilisation des sols et le manque d'infiltration des eaux qui ruissellent en surface.[2]

Cette ambition n'est pas seulement française, le « zéro artificialisation nette » se traduit de façon internationale notamment avec les objectifs de développement durable de l'ONU.

Pour répondre au problème de l'étalement urbain et de l'artificialisation des sols symboles d'une ville dite horizontale ; le développement d'une ville plus verticale par le réinvestissement de la cinquième façade apparait comme une solution intéressante. Le développement vertical est finalement l'enchevêtrement de couches horizontales.

---

[1] « La surface des villes pourrait être multipliée par six d'ici 2100 » article du 24 mai 2020 par Nathalie Mayer
< https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-surface-villes-pourrait-etre-multipliee-six-dici-2100-34842/

[2] « Artificialisation des sols » article du 24 juillet 2020
< https://www.ecologie.gouv.fr/artificialisation-des-sols

Construire « la ville sur la ville » revient ainsi à faire du renouvellement urbain. Une urbanisation en toiture ou en surélévation permet ainsi de densifier le tissu existant.

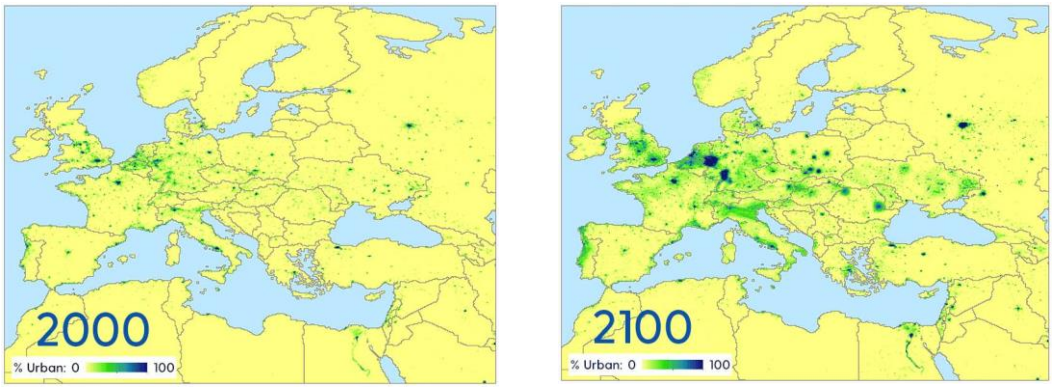


Figure 1 : Une carte montrant l'urbanisation des villes européennes en 2000 et une carte présentant une projection sur 2100, produites par l'Université du Delaware

Nous pouvons ainsi nous questionner sur comment répondre aux problématiques causées par l'étalement urbain et l'artificialisation des sols en investissant la cinquième façade.

Nous pouvons imaginer densifier verticalement la ville de façon réfléchie.

Ce projet de fin d'étude traite ainsi dans une première partie des aménagements possibles en toiture en montrant les potentiels et les avantages des toits ouverts au public, de la surélévation, des toitures végétalisées, de l'agriculture urbaine , de l'installation de panneaux solaires en toiture et de la question de la mobilité verticale. Dans une deuxième partie, nous traiteront un cas d'étude dans lequel nous évalueront le potentiel d'aménagements en toitures de la ville d'Annemasse. Afin d'observer une ville et d'imaginer des exemples de transformations possibles. Et dans une dernière et troisième partie nous mettront en évidence les problèmes, les contraintes et les limites sous-jacentes à la question de l'investissement de la cinquième façade.

Définitions des termes clefs du sujet

Dans un premier temps, pour nous comprendre, il convient de définir les termes clefs du sujet.

Une première définition est celle de la densité urbaine. Selon le « Référentiel de densité et formes urbaines » engagé par le conseil régional D'île de France et la préfecture d'Île de France. La densité urbaine peut être définie ainsi. « *A l'échelle d'une ville ou d'une agglomération la densité est rapportée à l'hectare. Elle s'exprime souvent soit en habitants/ha soit en logements/ha soit en emplois/ha ou encore quelques fois en cumulant habitants et emplois à l'hectare mais par un rapport entre surface bâtit et un support foncier. Ces indicateurs sont variables et peuvent se combiner de multiples manières pour donner des résultats différents.* » Paris fait partie des villes les plus denses au monde.[3]

Selon le *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement* de Pierre Merlin et Françoise Choay « *la recherche de densités optimales relève largement de l'idéologie.* » De grandes villes comme Amsterdam, Stockholm ou Paris recommandent « *d'éviter des densités trop faibles : c'est le principe de la ville compacte*. »

Selon une étude de l'Apur nommée « *Quelle forme urbaine pour quelle densité vécue ?* » datant de 2003. Il ressort que les fortes densités sont mieux vécues par les habitants si elles sont accompagnées d'une diversité des populations et des activités susceptibles de créer une animation dans le quartier.[4]

Une même densité peut se décliner sous différentes formes urbaines.

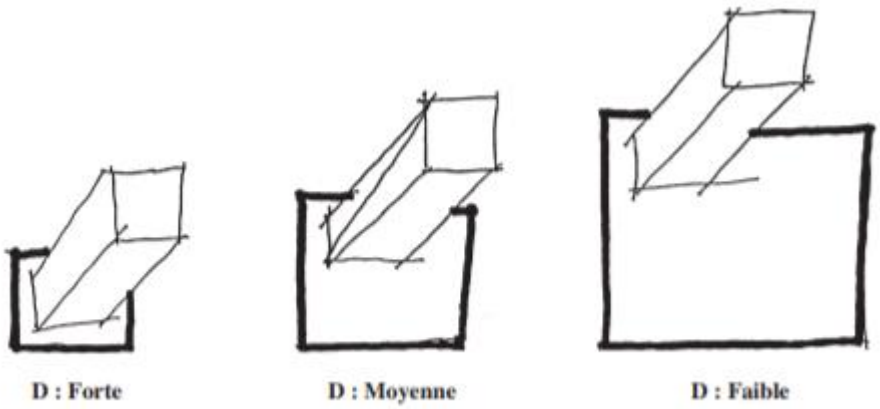


Figure 2 : Schéma explicatif de la densité et des formes urbaines

Sources : < PDF - « Référentiel de densité et formes urbaines » engagé par le conseil régional D'île de France et la préfecture d'Île de France

[3] < PDF - « Référentiel de densité et formes urbaines » engagé par le conseil régional D'île de France et la préfecture d'Île de France

[4] « Quelle forme urbaine pour quelle densité vécue ? » étude de l'Apur datant de juin 2003 <https://www.apur.org/fr/nos-travaux/forme-urbaine-densite-vecue

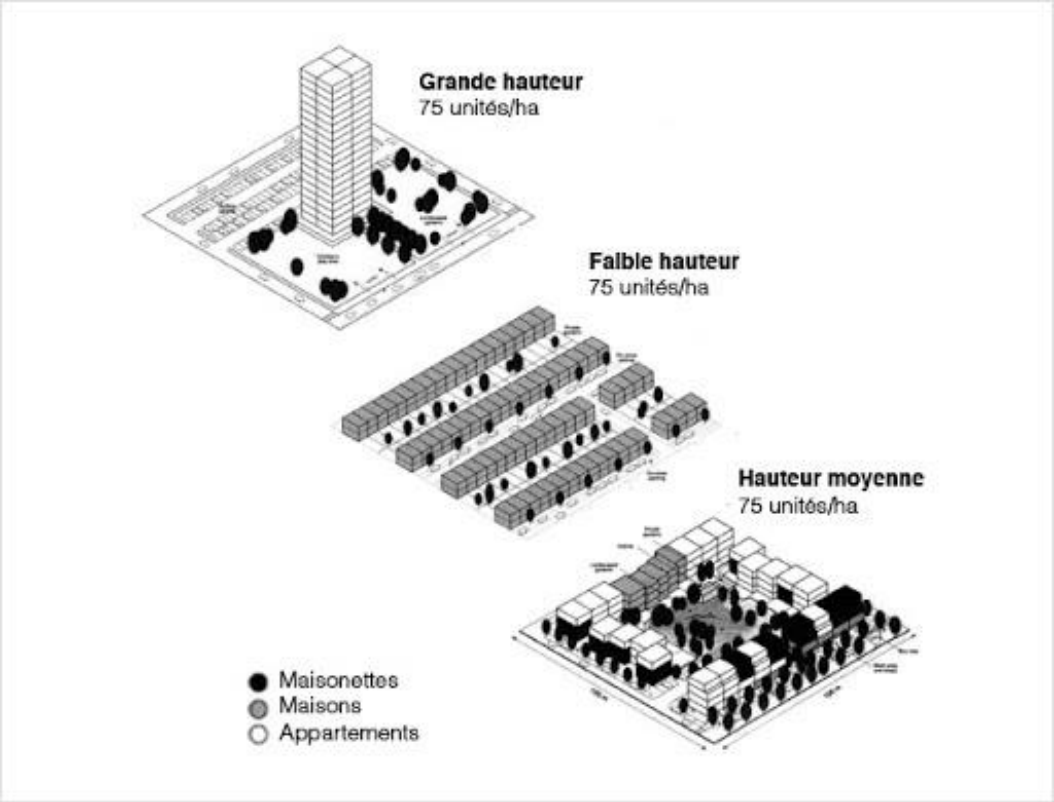


Figure 3 : Schéma explicatif de la densité et des formes urbaines

Sources : < Vivre en Ville, adapté d'Urban Task Force, Towards an urban renaissance, 1999

Nous pouvons ensuite définir la notion d'étalement urbain. Selon le site internet Géoconfluence, « *l'étalement urbain est l'augmentation de la superficie d'une ville, et la diminution de sa densité de population. Il est l'une des manifestations spatiales de la périurbanisation.* » Ils expliquent également que l'étalement urbain s'effectue sur les périphéries des grandes aires urbaines lorsque ces aires connaissent une forte augmentation démographique. Les transports individuels ou collectifs desservant ces périphéries favorisent l'étalement urbain. L'étalement urbain est aussi connu sous le nom d' *« urban sprawl* », expansion urbaine en anglais, se traduisant plutôt négativement désignant une ville qui s'agrandit de façon anarchique et sans réel contrôle. Cet étalement peut se décliner sous différentes formes : « *on parle de tache d'huile pour un étalement concentrique, de doigts de gant lorsque l'urbanisation suit les axes de transports, et de mitage pour des formes urbaines plus éparpillées*. »[5]

Pour endiguer l'étalement urbain une solution possible est la densification.

[5] Étalement urbain (urban sprawl) / Expansion urbaine, définition de mars 2020 du site Géoconfluence Ressources de géographie pour les enseignants
< http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/etalement-urbain-urban-sprawl-expansion-urbaine

Nous pouvons alors définir le terme de densification. Selon le site internet Géoconfluence, « *la densification est l'augmentation du nombre d'habitants par kilomètre carré dans un espace donné*. »

Il est également question de redensification « *pour indiquer une volonté de remédier aux excès de l'étalement.* »[6]

Pour répondre à l'étalement urbain par la densification, Claire ARAGAU, géographe, Maître de Conférence à l'université Paris Ouest, Nanterre-la Défense et chercheur au Laboratoire Mosaïques-UMR LAVUE. Nous parle du phénomène d'urbanisme endogène et de recyclage urbain sur le site Géoconfluence.

Selon elle, l'urbanisme endogène « *se réfère à des pratiques de densification en menant des opérations en dents creuses ou en procédant à des opérations de réhabilitation, avec l'idée d'un urbanisme par retouches adaptées au tissu urbain existant*. »[7] Et le recyclage urbain « *comprend des opérations de renouvellement et réhabilitation urbains permettant de limiter l'étalement, par exemple des corps de ferme et des silos à grains réhabilités en logement ou école maternelle*. »[8]

Il convient également de définir ce qu'est la pression foncière. Selon le texte *Réseaux de villes et détermination des pressions urbaines* de Fabrice Decoupigny et Sébastien Passel, sur le site open Edition, la pression foncière peut-être définie en ces termes.

« *Le plus souvent, la pression urbaine est déterminée par l'analyse de la différence entre deux états du statut d'occupation du sol à deux dates données. Il y a pression urbaine quand généralement la part des surfaces artificialisées gagne sur celle des surfaces agricoles et/ou naturelles.*

Il n'existe pas d'indicateur générique de pressions urbaines. C'est-à-dire un indicateur défini a priori et non a posteriori qui puisse être utilisé dans des modèles de simulations prospectifs. La pression urbaine sur une commune sera définie comme étant une intensité qui s'applique sur ses réserves foncières engendrée par deux « forces d'urbanisation » agissant à deux échelles différentes. La première est son poids donné par sa taille et la seconde est le poids du réseau de villes donné par les potentiels d'interactions que la ville possède avec ses voisines en fonction de son accessibilité. »

Selon un dossier de l'Institut d'aménagement et d'urbanisme d'île de France :

*« L'étude Pressions foncières en milieux agricoles et naturels offre sa propre définition du terme « **pressions foncières** ».*

---

[6] Densification, définition de mars 2020 du site Géoconfluence Ressources de géographie pour les enseignants
< http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/densification

[7] Urbanisme endogène, définition d'avril 2018 de Claire ARAGAU sur le site géoconfluence
< http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/urbanisme-endogene

[8] Recyclage urbain, définition d'avril 2018 de Claire ARAGAU sur le site géoconfluence
< http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/recyclage-urbain

En se fondant sur les données de la SAFER, l'étude considère que les transactions révélatrices de pressions sont celles qui se pratiquent à des prix supérieurs aux prix habituellement constatés et compatibles avec la vocation agricole et naturelle du terrain. Pour ce faire, deux seuils de prix sont retenus :

• 1 €/m² pour les grandes cultures et les espaces naturels ;

• 5 €/m² pour les cultures spécialisées.

Principalement définies par le dépassement d'un seuil de prix, les pressions foncières ne doivent pas être confondues avec la notion de « consommation » ou « d'artificialisation des sols ». Elles constituent un autre traceur de la fragilisation des activités agricoles et des milieux naturels » [9]

Qu'appelle-t-on la cinquième façade ? La cinquième façade est la couverture, le toit d'un bâtiment. Le toit se construit sur la charpente, il assure une étanchéité et une isolation de l'habitat. Le terme toiture comprend le toit et la charpente réunis.

Selon les définitions du site internet futura science :

*« Le **toit** est une surface qui recouvre la partie supérieure d'un bâtiment ou d'une habitation pour assurer une protection de l'intérieur de l'édifice contre les intempéries, en particulier la pluie.* »[10]

*« La **toiture** désigne la partie qui recouvre la charpente d'un toit, elle lui apporte des propriétés d'étanchéité et de résistance, favorise l'écoulement des eaux de pluie et y ajoute parfois un côté esthétique.* »[11]

« *Une **charpente** est l'ossature, faite de poteaux et de poutres, d'une construction. Elle est composée d'un assemblage de pièces de bois, de métal, ou de béton qui servent à soutenir la construction.* »[12]

[9] Pressions foncières : quel plan d'actions pour l'Île-de-France Actes de la rencontre Safer île-de-France et IAU île-de-France du 13 décembre 2012, datant de mai 2013 : www.iauidf.fr/fileadmin/NewEtudes/Etude_1005/Pressions_foncieres_quel_plan_d_actions_pour_l_IDF.pdf

[10] FUTURA MAISON : www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-toit-10941/

[11] FUTURA MAISON : www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-toiture-10942/

[12] FUTURA MAISON : www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-charpente-10577/

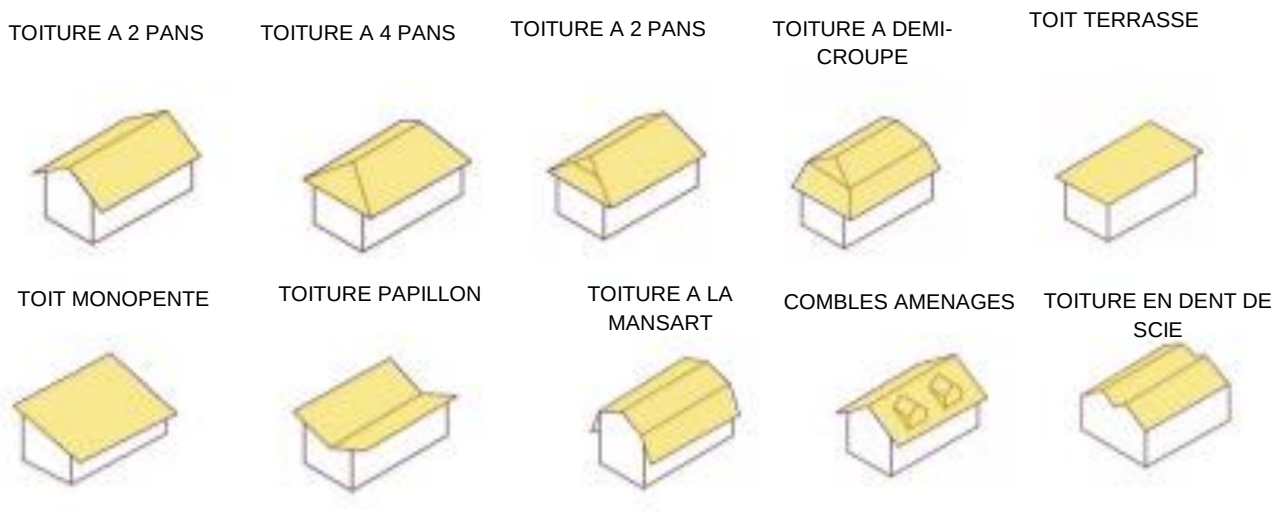


Figure 4 : Présentation des différents types de toitures

Sources : BRARD MARIE –réalisé sur Illustrator – 2021- à partir de l'illustration du site internet : www.cupapizarras.com/be-fr/actualite/types-de-toitures/

Il existe plusieurs types de toits et toitures, cependant celui qui nous intéresse pour notre étude est le toit terrasse. En effet, le toit terrasse est un toit plat. C'est le toit permettant le plus l'aménagement de la cinquième façade. Sa pente est inférieure à 5%.

Pour ce qui est de la composition, historiquement, la plus ancienne toiture date d'il y a environ 40 000 ans, c'était une peau de mammouth qui recouvrait une hutte en Sibérie. A l'époque préhistorique, les hommes n'utilisaient pas que des peaux de bêtes, ils utilisaient également des matériaux naturels comme le bois, le chaume et la paille. Cependant ces toits n'étaient pas vraiment étanches. Ce sont Les civilisations du Proche et du Moyen-Orient qui commencent à tisser des branches ou des tiges de chaume et à les calfeutrer ensuite avec un mélange d'argile ou de plâtre permettant une certaine étanchéité.

Par la suite, les romains ont été de réels ingénieurs de la toiture en proposant l'utilisation de la tuile, de la brique ou encore de l'ardoise pour améliorer le confort des habitations. Cette utilisation de la tuile perdure dans le temps, on la retrouve également au Moyen-Age, c'est en effet un matériau intéressant face aux incendies d'habitations qui sont ravageurs à l'époque.

Les premiers toits plats apparaissent en Europe à l'époque baroque dans l'architecture des palais ou le toit reste quand même d'une légère inclinaison , en cuivre ou en plomb.

Au XVIII° siècle, les hommes ont recours pour la première fois en Europe, au bitume pour la construction, dérivé du pétrole, historiquement déjà connu et utilisé depuis longtemps au Moyen-Orient. Le goudron est ainsi employé pour rendre les toitures étanches.

Durant la révolution industrielle, des membranes d'étanchéité bitumineuses sont testées sur les toits notamment des usines. Le bitume devient alors le matériau de référence pour l'étanchéité des toits.

Pour ce qui est de l'utilisation et l'investissement de la cinquième façade, on peut dire que la conquête des toits s'est intensifiée au XXIe siècle.

Aujourd'hui la composition du béton est légèrement différente puisqu'on ajoute à la membrane bitumineuse des toitures des polymères pour l'améliorer.[13]

Six familles de matériaux existent pour la confection de toitures qualitatives et résistantes. Leur savoirs faire sont issus des quatre coins du monde et sont aujourd'hui exportés en Europe. On retrouve l'usage des végétaux, de la terre crue, du bois, de la terre cuite, des minéraux ou encore du métal.

Leurs qualités sont diverses, le végétal permet la légèreté, la souplesse et ainsi la facilité d'utilisation; la terre crue dans les pays secs à un fort pouvoir isolant garantie une régulation thermique de qualité ; le bois s'intègre parfaitement au climat et aux paysages de montagne ; la terre cuite est le matériaux le plus utilisé dans le monde sous le format de tuiles grâce à sa qualité de couverture; les minéraux sont largement utilisés pour leur pérennité pour des bâtiment symboliques et religieux notamment ; et enfin le métal qui est lui un matériau étanche et malléable souvent associé à la pierre en terme de construction.[14]

[13] « L'histoire du toit et de la toiture, ou comment tout a commencé … » article du 24 mai 2016
< https://www.derbigum.fr/blog/l-histoire-du-toit-et-de-la-toiture-ou-comment-tout-a-commence/
[14] « 6 matériaux pour abriter le monde entier » article du 04 décembre 2018
< https://www.toitureparisienne.com/blog-culture-toiture/tag/histoire

APERÇU DES SIX FAMILLES DE MATERIAUX LES PLUS UTILISES POUR LA CONFECTION D'UN TOIT

Figure 5 : Toit en végétal

Sources : https://whc.unesco.org/fr/list/734/gallery/

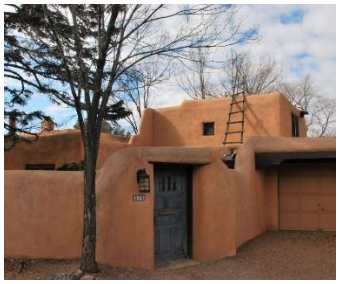


Figure 7 : Toit en terre crue

Sources :http://www.cap-a.fr/construction-terre-crue-nouveau-mexique/

Figure 6 : Toit en bois

Sources : https://moncharpentier.pro/construction-renovation-toiture-bois/

Figure 10 : Toit en terre cuite

Sources : https://www.paulexploit.fr/maison/toit-avec-tuiles-en-terre-cuite-une-bonne-affaire/

Figure 9 : Toit en pierre

Sources : https://actu.fr/normandie/le-rozel_50442/une-eglise-cotentin-besoin-vos-dons-la-restauration-sa-toiture-pierre-pays_26096752.html

Figure 8 : Toit en cuivre

Sources : http://www.cenelle.fr/mineraux/cuivre.html

Grandes mesures engagées par la loi climat

Il convient également de faire un bref rappel sur les mesures engagées par la loi climat concernant l'habitat et l'occupation de l'espace. Selon un article sur le projet de loi "Climat et Résilience" du site internet Vie-publique.fr réalisé par la Direction de l'information légale et administrative rattachée aux services du Premier ministre.

Les mesures concernant l'habitat et l'occupation de l'espace dans la loi climat sont :

- La rénovation écologique des bâtiments est accélérée, d'ici à 2028 des mesures seront mises en place pour supprimer du parc les bâtiments étant des passoires thermiques. Dans un an, les propriétaires de biens classés F ou G énergétiquement ne pourront plus augmenter leur loyer et en 2028 ils ne pourront plus les mettre en location.

- Il est question de diviser par deux le rythme d'artificialisation des sols pour les dix prochaines années à venir. Sachant que d'ici 2050 il faudra une zéro artificialisation nette.

Dans les leviers d'actions proposés pour répondre à la zéro artificialisation nette, nous y retrouvons la « surélévation des bâtiments existants ».[15]

[15] « Projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets » du 04 mai 2021, du site internet Vie-publique.fr réalisé par la Direction de l'information légale et administrative rattachée aux services du Premier ministre.
<https://www.vie-publique.fr/loi/278460-loi-climat-et-resilience-convention-citoyenne-climat

Historique de l'émergence de l'occupation des toits

LES PREMICES DES TOITS OUVERTS AU PUBLIC

Un des premiers bâtiments à aménager son toit-terrasse en toit jardin ouvert au public est le Casino Théâtre de Rudolph Aronson. Conçu par les architectes Francis Kimball et Thomas Wisedell, le théâtre inauguré en 1883, ouvre ainsi son toit aux spectateurs et lance le mouvement des Roof Garden. Rudolph Aronson voulait au départ reproduire à Manhattan les jardins des Champs-Élysées qu'il affectionnait pour leur ambiance festive, cependant aménager cela en plein Manhattan était impossible par les prix des terrains, alors il a voulu tenter l'implantation de jardin sur le toit de son théâtre.

Figure 11 : Casino Théatre de Rudolph Aronson

Sources :
https://www.bruxellons.be/WWMusicalsTheatreSalle.php?theatre=Casino%20Theatre%20(Bway)&theatreville=Broadway

Le concept fonctionne si bien qu'il est copié et multiplié dans tout New York. Dix ans après cette inauguration, le New York Times titre ainsi « New York devient rapidement une ville de toits jardins... »

Le concept intéresse également dans la foulée une multitude de grands hôtels qui implantent sur leurs toits terrasses des restaurants ou des bars.[16]

A cette époque, en France, le concept de toits terrasse aménagés est beaucoup plus rare. Cependant certains projets voient le jour comme la villa Hennebique à Bourg-

[16] « Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, pages 1 à 9

La-Reine dans les années 1901-1903. C'est une construction moderne qui dispose d'un toit terrasse réaménagé en jardin potager.[17]

C'est au début du XXème en France que le toit habité se développe grâce à l'essor du béton armé dans les constructions. Les bâtiments publics et même les écoles sont au cœur de ces projets. Comme le lycée Jules Ferry de Pierre Paquet, à Paris, en 1913, qui propose une toiture terrasse fleurie. [18]

Puis dans les années 1920 le toit-terrasse devient un des principes fars des projets des architectes modernes. On peut notamment parler d'un projet iconique de l'époque qui est Le circuit automobile en toiture de l'usine Fiat Lingotto à Turin en Italie. Giacomo Mattè-Trucco a pensé ce bâtiment industriel en béton armé comme une usine qui accueille sur son toit une piste d'essais automobiles. Le Corbusier juge ce bâtiment comme étant « *l'un des plus impressionnants spectacles de l'industrie..* ». [19]

Le toit terrasse se démocratise et Le Corbusier est devient le plus radical dans son utilisation.

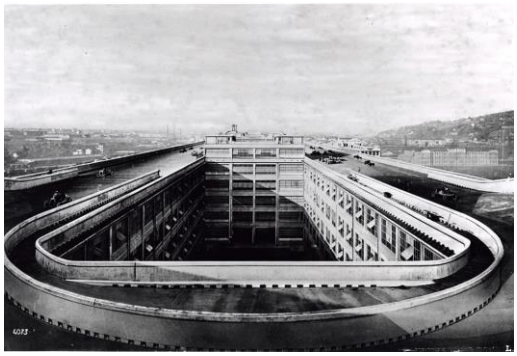


Figure 12 : Circuit automobile de l'usine Fiat Lingotto

Sources : < https://www.usinenouvelle.com/article/a-la-verticale-de-l-ete.N548798

< https://www.larchitecturedaujourdhui.fr/vertical-urban-factory-lusine-dans-la-ville/

Durant la première moitié du 20ème siècle, le modernisme se confirme et donne naissance à une architecture moderne utilisant de nouveaux matériaux et technologies, bannissant les ornementations inutiles. Plusieurs courant architecturaux vont s'intégrer dans le modernisme tels que le Bauhaus ou encore le style international.

Le style international est repérable par une architecture en structure « poteau poutre dalle », avec l'utilisation du béton, de l'acier, l'intégration de baies, des formes rectilignes et simples et des volumes et hauteurs plus travaillées.[20] Durant les années 1920, des bâtiments dotés de toits terrasses, de grandes baies vitrée et de style épurés

[17] « Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, pages 12 à 13
[18] « Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, pages 14 à 15
[19] « Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, page 27
[20] « Le style international ou Modernisme »
< https://www.du-grand-art.fr/arts-decoratifs/moderne/international/

se construisent à travers le monde entier et donne le nom au style international. Le Corbusier est d'ailleurs un architecte emblématique de ce style d'architecture.

Le Corbusier (1887-1965) est un architecte de renom. Auteur de plusieurs traités dont celui nommé « *Vers une architecture* » de 1932 où il incite à de nouveaux modes de vie dans une société plus moderne et industrielle ou encore « *La Charte d'Athènes* », qui fait partie des textes fondateurs de l'urbanisme moderne. Ecrite en 1933 par le CIAM, le Congrès International d'Architecture Moderne, et publiée par Le Corbusier en 1942. Dans cette charte, Le Corbusier pense la ville de demain à taille humaine.

Il publie *« Les 5 points d'une nouvelle architecture* » en 1926 en collaboration avec son cousin Pierre Jeanneret, designer et architecte Suisse. Ces cinq points sont les pilotis, le toit-terrasse ou toit-jardin, le plan libre, la fenêtre en longueur, et la façade libre. C'est ainsi qu'émerge le toit terrasse ou toit jardin, toit plat permettant de récupérer un étage en plein air.[21] Une dalle en béton armé remplace la charpente traditionnelle pour permettre la création d'espaces jardinés, de solariums, ou de piscine en toiture.

Le Corbusier croit en cinq principes fondamentaux pour son architecture que sont « habiter, travailler, se divertir et circuler ». Il conçoit également une nouvelle notion architecturale de mesure qu'il nomme le Modulor et qui reprend les dimensions humaines pour concevoir des espaces harmonieux.

Selon le *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement* de Pierre Merlin et Françoise Choay, Le Corbusier fait partie des auteurs qui tentent de définir une théorie de la densité. Selon lui, « *plus la densité d'une ville est grande, plus faibles sont les distances à parcourir. Conséquence : augmenter la densité du centre des villes, siège des affaires.* » Le Corbusier concilie les densités élevées et les surfaces plantées, ce qui le conduit à proposer le concept de « *cité jardin verticale* », principe qu'il développe dans *La ville radieuse*, en 1935.[22]

La cité radieuse – Le Corbusier

L'unité d'habitation nommée La cité Radieuse conçue par Le Corbusier dans les années 1950 à Marseille reprend ces différents principes fondamentaux et est un bon exemple de développement de l'architecture et l'urbanisme vertical. En effet, on retrouve toute une ville dans une seule unité d'habitation, il y a des rues intérieures, un restaurant, une épicerie, une librairie ou encore une crèche et une école. Le bâtiment est construit sur un principe de verticalité, dans un objectif de faire profiter à chaque appartement de la lumière extérieure et d'une orientation de qualité et également dans l'idée de s'opposer à la ville horizontale consommatrice d'espace.

Dans cette unité d'habitations le toit est un toit-terrasse situé au 9ème étage.

[21] L'ARCHITECTURE DU XXème SIECLE Nouveaux matériaux, nouvelles techniques, nouveaux objectifs < https://www.academia.edu/32077282/L_architecture_du_xx_eme_siecle_

[22] Définition « densité » du Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement de Pierre Merlin et Françoise Choay page 236 -237-238

Il offre une vue panoramique sur la ville de Marseille. Le Corbusier y avait installé un gymnase sur le toit.[23] Cependant ces dernières années cet espace était délaissé et il est donc devenu un centre d'art. Ce centre d'art a été nommé le MAMO, il a été créé par Ora Ito, un designer français.[24]

Le Corbusier bouscule donc les codes de l'architecture et incite largement à l'occupation des toits.

Figure 14 : Toit originel

Sources : https://mamo.fr/historique/

Figure 13 : Toit actuel

Sources : https://mamo.fr/2014/09/il-existe-un-endroit-ora-ito-et-le-mamo-a-la-cite-radieuse-de-marseille/

LA COULEE VERTE RENE-DUMONT DE PARIS

La coulée verte est un des premiers exemples d'aménagement urbain comprenant des tronçons aériens aménagés en espaces publics. En lieu et place d'une ancienne ligne de chemin de fer desservant l'est de Paris, une coulée verte prend vie sur 4.5 kilomètres. Ainsi certains tronçons de cette promenade plantée sont aériens.

Historiquement la coulée verte était une ligne de chemin de fer qui desservait l'est de la capitale depuis les années 1859. En 1969, elle se retrouve désaffectée par la concurrence qui lui est faite avec le RER A. Des études sont lancées en 1970 pour réfléchir au devenir de ce tracé, elles sont effectuées par l'APUR, l'Atelier Parisien d'Architecture.

En 1983, créer une promenade plantée est vu comme un projet majeur pour réhabiliter les quartiers de l'est de la capitale et rapidement les terrains SNCF sont acquis. En 1988, les travaux commencent. Deux architectes paysagistes décident alors de transformer cet espace en parcours vert. Il s'agit de Philippe Mathieux et de Jacques Vergely. Le maitre d'ouvrage étant la ville de Paris et la Société d'économie mixte d'équipement et d'aménagement de l'Est de Paris. La promenade ainsi créée

[23] « Le Monde — La Cité Radieuse prend l'art » article de Luc Leroux de mai 2013
< https://mamo.fr/2013/05/le-monde-la-cite-radieuse-prend-lart/
[24] « Qu'est ce que MAMO ? »
< https://mamo.fr/historique/

propose des séquences au-dessus de la ville et d'autre au-dessous. Cette proposition offre au promeneur une vue différente sur la ville.

Des escaliers et ascenseurs sont disponibles le long de la promenade pour y accéder. C'est une réalisation unique en Europe qui a engagée plusieurs années de réflexions, d'études et de chantiers. [25]

Figure 15 : Viaduc originel

Sources : https://www.philippemathieux.com/promenade-plantee-paris-coulee-verte-rene-dumont

Figure 16 : Viaduc actuel

Sources : https://structurae.net/fr/ouvrages/viaduc-daumesnil

LA HIGH LINE DE NEW YORK

La High line de New York permet de comprendre la réhabilitation d'un espace ferroviaire aérien à 10 mètres du sol en véritable espace public piétonnier s'inspirant de la coulée verte parisienne.

La High Line a été créé initialement dans les années 1930 dans le souci de séparer le train destiné au FRET des voitures et des piétons en surélevant la voie de train.

Cependant, avec la désindustrialisation et le fait que les camions prennent rapidement le dessus sur le transport de marchandises, cette voie connait un déclin dans les années 1960 et devient complétement inutilisée en 1980.

Rapidement cette voie désaffectée menace d'être démolie. En 2004, le maire de New York soutient l'idée d'une association proposant de sauver ce site en le réhabilitant en parc urbain. L'opération s'est déroulée en tronçons et le dernier a vu le jour en 2014.

Pour pouvoir accéder au site de près de 2.3 km de long, douze escaliers sont mis à disposition des promeneurs. Dans un souci de rendre le site accessible à tous y compris au Pmr et aux poussettes, des ascenseurs desservent également le site.

[25] « LA COULÉE VERTE RENÉ-DUMONT (PROMENADE PLANTÉE DE PARIS) »
< https://www.philippemathieux.com/promenade-plantee-paris-coulee-verte-rene-dumont

Au même titre qu'un parc urbain classique le site a mis en place des horaires d'ouverture et de fermeture. Ainsi entre 23h et 7h du matin le site reste fermé au public.[26]

Figure 18 : High Line originel

Sources :http://newyorkcity.blogs.sudouest.fr/archive/2009/06/23/new-york-le-parc-high-line-en-photos.html

Figure 17 : High Line actuelle

Sources : http://newyorkcity.blogs.sudouest.fr/archive/2009/06/23/new-york-le-parc-high-line-en-photos.html

Densifier verticalement en aménageant les toits en lieux publics

Depuis plusieurs années, réinvestir le bâtit existant est devenu la norme dans les grandes villes et grandes métropoles où le prix du mètre carré augmente et les populations se multiplient. En effet, selon les démographes nous pouvons nous attendre d'ici 2050 à ce que près de 70% de la population mondiale vive en ville, le pourcentage actuel étant déjà de 55% environ. L'heure est donc aux innovations en matière d'aménagements et de réinvestissement du patrimoine existant. Se réapproprier nos toits est une réponse à la problématique de la densification urbaine. Actuellement, les toits sont de réelles réserves foncières. Dans l'agglomération parisienne par exemple, plusieurs dizaines de kilomètres carrés pourraient être aménageables selon une étude de 2005 de l'atelier parisien d'urbanisme.[27] Des projets fleurissent ainsi en France et à travers le monde pour réinvestir la cinquième façade. Notamment les espaces publics qui gagnent de la hauteur et n'hésite plus à se développer sur les toits.[28]

[26] "The Inside Scoop on New York City's Highline Park" article de Jonathan Broder
< https://www2.law.temple.edu/10q/inside-scoop-new-york-citys-highline-park/
[27] « Les toitures deviennent des espaces publics » article du 6 novembre 2009
< https://www.lemoniteur.fr/article/les-toitures-deviennent-des-espaces-publics.616014
[28] «Investir les toits, une méthode à réimaginer ? » article du 5 février 2020
< https://www.demainlaville.com/investir-les-toits-une-methode-a-reimaginer/

FRANCE

Dans le 9e arrondissement de Paris, 40 boulevard Haussmann, le grand magasin des galeries Lafayette propose durant le mois de décembre une patinoire à ciel ouvert sur son toit terrasse. [29] En effet, du 20 novembre au 31 décembre 2019, les parisiens ont pu gratuitement accéder à cette patinoire aménagée sur 160m² de surface. La patinoire crée pour l'occasion avait pris la forme d'une patinoire écologique, utilisant un revêtement semblable à de la glace mais plus écologique et moins énergivore.[30]

A Nantes, en 2014, les étudiants de l'école d'architecture ont, eux décidé de créer un cinéma en plein air sur le toit de l'école. La structure bois de l'écran géant mesure 9m de haut et 14m de large, des transats, des fauteuils et des estrades ont été installés sur le toit terrasse face à l'écran. Le projet a été géré du début à la fin par les étudiants eux même avec l'aide de charpentiers et de bureaux d'études. Ce lieu permettait d'accueillir 500 spectateurs, proposant trois projections par semaines, le site restant ouvert au public 7 jours sur 7 et gratuitement.[31]

Figure 20 : La Patinoire des Galerie Lafayette

Sources : https://www.cnews.fr/france/2019-11-26/paris-une-patinoire-inedite-installee-sur-le-toit-des-galeries-lafayette-902819

Figure 19 : Le Cinéma OnAIR de Nantes

Sources : https://martin-argyroglo.com/le-voyage-a-nantes

Si réinvestir les toits est d'actualité, investir les toits l'est aussi. En effet, si l'on a cette pensée pour la réhabilitation du bâti existant, pourquoi ne pas l'intégrer et le démocratiser dans les nouvelles constructions.

[29] IBID

[30] « PARIS : UNE PATINOIRE SUR LE ROOFTOP DES GALERIES LAFAYETTE » article du 25 septembre 2019
< https://www.sortiraparis.com/actualites/noel-et-fetes/articles/198503-paris-une-patinoire-sur-le-rooftop-des-galeries-lafayette

[31] « Voyage à Nantes : l'école d'architecture fait son cinéma » vidéo du 17 juin 2014, de la chaîne TéléNantes
< https://www.youtube.com/watch?v=xoX84M7ZRz0&ab_channel=T%C3%A9l%C3%A9nantes

NORVEGE

A Oslo, une place publique a été créée sur la toiture du nouvel opéra inauguré en 2008. La promenade s'étend du parvis placé sur les quais au sommet du bâtiment sur une terrasse panoramique proposant une vue imprenable sur le fjørd par une montée en pente. L'Opéra offre des spectacles, des concerts ou encore d'autres événements à ciel ouvert.[32] La toiture a été réalisée en marbre de Carare, ce qui donne au bâtiment une forme d'iceberg s'insérant parfaitement dans le paysage. Les pentes sont très inclinées, 10 %, au lieu des 5 % réglementaires ainsi pour rester dans les normes le bâtiment a été classé comme œuvre artistique. Cette conception architecturale s'inspirant de la nature a permis aux citoyens et aux visiteurs de reconquérir le front de mer.[33]

LE NOUVEL OPERA D'OSLO LAUREAT DU PRIX EUROPEEN D'ARCHITECTURE CONTEMPORAINE 2009

Figure 21 : Le Nouvel Opéra d'Oslo

Sources : https://www.lemoniteur.fr/article/l-opera-d-oslo-prix-europeen-d-architecture-contemporaine-2009.1919404

http://ninne.canalblog.com/archives/2008/04/10/8704028.html

ESPAGNE

A Barcelone, le toit d'immeuble de la Casa Mila est un lieu de passage incontournable où les gens peuvent déambuler entre les prouesses architecturales de Gaudi.[34] L'artiste a en effet crée trois maisons du même type dans Barcelone, visitables à l'heure actuelle, la casa Mila est celle qui possède un toit hors du commun. Ici le toit joue un rôle de galerie d'art du modernisme à ciel ouvert. Un lieu touristique à part entière.[35]

[32] « L'Opéra d'Oslo : veuillez marcher sur le toit »
< https://www.visitnorway.fr/destinations-norvege/region-est/oslo/opera/
[33] « Les toitures deviennent des espaces publics » article du 6 novembre 2009
< https://www.lemoniteur.fr/article/les-toitures-deviennent-des-espaces-publics.616014
[34] « Les toits les plus insolites du monde » article du 22 novembre 2018
< https://travel.lebonbon.fr/inspirations/les-toits-les-plus-insolites-du-monde/
[35] « VISITER LA CASA MILA (OU PEDRERA) DE BARCELONE : INFOS & RETOUR D'EXPÉRIENCE »
< https://www.hashtagvoyage.fr/visiter-casa-mila-barcelone/

Figure 22 : La Casa Mila de Barcelone

Sources : https://www.librevoyageur.com/casa-mila-la-pedrera https://www.hashtagvoyage.fr/visiter-casa-mila-barcelone/

DANEMARK

Au nord de Copenhague, sur le toit d'un parking silo, un réel espace urbain a été créé, incorporant des terrains de jeux et de détente. On retrouve des balançoires, des filets d'escalade, des espaces dédiés à la gymnastique et des bancs pour profiter de la vue panoramique. Le projet était de créer un espace urbain actif sur ce parking silo. L'enjeu du projet à été l'accessibilité au toit et le fait de trouver le moyen d'emmener les gens vers le toit. Des éléments signalétiques ont donc été placés sur les deux escaliers desservant le site. [36]

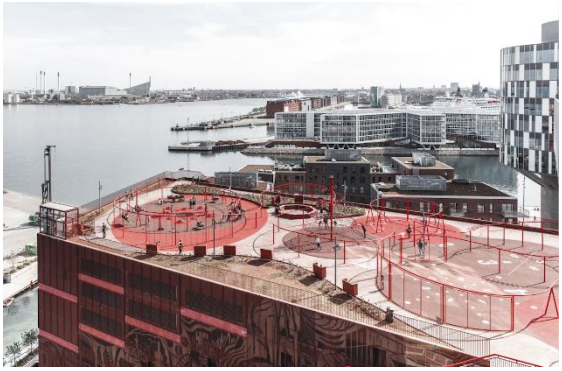


Figure 23 : Parking Silo de Copenhague

Sources : https://travel.lebonbon.fr/inspirations/les-toits-les-plus-insolites-du-monde/ https://miesarch.com/work/3154

[36] « Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, pages 98 à 99

LE ROOFTOPING

Nous observons que les toits sont également le théâtre de nouvelles pratiques. Le rooftoping fait partie des sports extrêmes les plus dangereux au monde. Il consiste à se filmer en mettant sa vie en danger dans les airs ou sur les toits. Les pratiquants de ce sport arpentent les hauts toits d'immeubles, les monuments ou les corniches. Les acrobaties sont réalisées sans aucune sécurité.[37]

Figure 24 : Présentation du Rooftoping

Sources : https://www.paperblog.fr/7000140/buzz-le-rooftopping-russe-un-sport-dangereux/

https://www.urbanews.fr/wp-content/uploads/2012/12/rooftop.jpg

REJOINDRE LES TOITS PAR DES TRANSPORTS VERTICAUX

A défaut de pouvoir réellement circuler de toits en toits. « *Dans la perspective de la ville compacte et dense, l'articulation entre réseaux de transport (terrestre et aérien) et urbanisation est à concevoir aussi à la verticale.* » selon un colloque international sur la ville verticale datant de 2015.[38]

Les échanges de flux doivent donc être interrogés dans leur dimension verticale et s'affranchir du sol. Si l'on réfléchit en terme de bâtiment isolé, nous pouvons penser à des rampes d'accès, des escaliers ou des ascenseurs. Cependant si l'on ouvre une pensée plus large, nous pouvons penser à l'échelle de la ville des aménagements permettant d'accéder à la verticalité tels que des escaliers mécaniques, funiculaires, ou des trottoirs roulants par exemples. [39]Ces nouveaux moyens de circuler peuvent être également des marqueurs territoriaux pour les villes, des façons d'être créatifs pour promouvoir une image de la ville à travers ce transport insolite. Les bulles à Grenoble jouent entièrement ce rôle de marqueur territorial pour la ville, c'est un réel point de repère dans l'espace pour les grenoblois. D'autres projets à travers le monde présentent des qualités similaires dont certaines villes pourraient s'inspirer.

[37] « Découvrez le rooftopping, le sport le plus dangereux du monde » article du 13 mars 2014
[38] Plan du Colloque international « La ville verticale – Explorer et penser la dimension verticale de l'urbanisation dans le contexte de mondialisation et de changement climatique »
< https://calenda.org/ Manuel Appert pour le comité scientifique
[39] « Plus de correspondances en ville pour combler le dernier kilomètre » article de Urban Hub
< https://www.urban-hub.com/fr/smart_mobility/dernier-km-ascenseurs-escaliers-et-trottoirs-roulants/

ESPAGNE

Dans le quartier de Zurbaranbarri, à Bilbao, en Espagne, un ascenseur incliné a été installé en juin 2010. Il permet de rendre plus accessibles les pentes raides du quartier notamment pour les personnes à mobilités réduites. L'ascenseur est un marqueur territorial fort puisqu'il a été conçu en forme de B pour caractériser les services de transports de la ville de Bilbao. [40]

Figure 25 : L'Ascenseur incliné de Bilbao

Sources : <https://www.urban-hub.com/fr/smart_mobility/dernier-km-ascenseurs-escaliers-et-trottoirs-roulants/
<https://www.elcorreo.com/bizkaia/servicio-viernes-ascensor-20180529103140-nt.html

SUEDE

A Stockholm, l'Ericsson Globe est un immeuble de forme sphérique, symbole de la ville. Son ascension est possible par des ascenseurs en cabines en verre appelé *SkyView*. Ils permettent, arrivée au sommet, de profiter d'une vue à 360 degrés.[41]

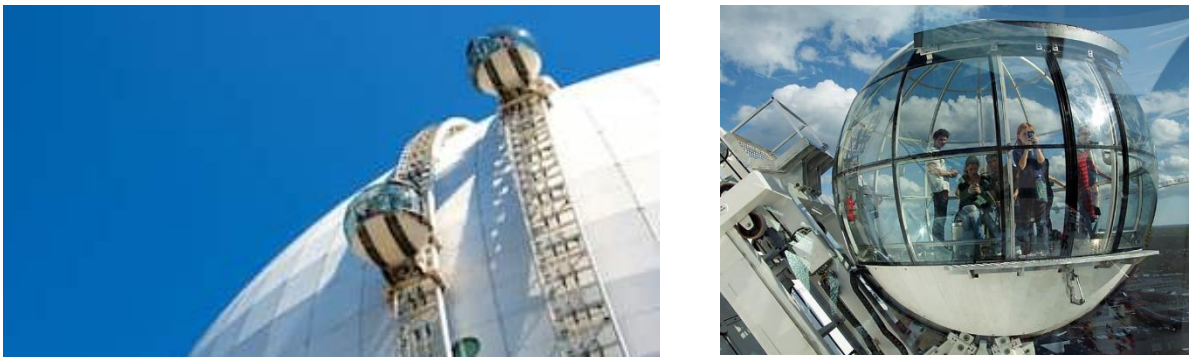


Figure 26 : L'Ericsson Globe et ses Sky View

Sources : <https://www.expedia.be/fr/SkyView-Stockholm.d553248621532520918.Sites-d-Interet?pwaLob=wizard-package-pwa

<https://www.vintagevidros.com.br/noticias/2018/7/20/vista-panormica-em-estocolmo

[40] « Plus de correspondances en ville pour combler le dernier kilomètre » article de Urban Hub
< https://www.urban-hub.com/fr/smart_mobility/dernier-km-ascenseurs-escaliers-et-trottoirs-roulants/
[41] « SkyView »
< https://gocity.com/stockholm/fr-us/attractions/sky-view

Le renouvellement urbain par la surélévation

Se réapproprier le parc immobilier existant pour limiter l'étalement urbain et répondre aux problématiques de densification urbaine ne passe pas seulement par l'investissement des toits existants mais peut également faire appel à des opérations de surélévation.

La surélévation est le fait de densifier verticalement. Elle permet d'ajouter un ou plusieurs étages à un bâtiment. Son architecture et sa construction doivent être en accord avec le patrimoine existant et les formes urbaines proches.

La surélévation d'un bâtiment existant permet un gain de luminosité, de volume, d'espace et également un gain financier à la revente du bien immobilier.[42]

Cette pratique est encouragée par la loi ALUR de 2014 qui rend aujourd'hui plus simple la surélévation en copropriété. En effet, la loi ALUR du 24 mars 2014 a supprimé le COS, et changé le PLU pour permettre l'alignement des constructions sur les bâtiments voisins et ainsi effacer les phénomènes de dents creuses tout en permettant la création de logements supplémentaires.[43]

Pour mettre en place une opération de surélévation, il faut préalablement établir des faisabilités architecturales, techniques et urbanistiques. Il faut travailler sur le volume constructible autorisé, prendre en considération les bâtiments protégés au titre des bâtiments de France, et vérifier que la structure du bâtiment soit en capacité de recevoir une charge supplémentaire.[44]

Figure 27 : Opération de surélévation d'immeuble en verrière par le studio architecture à Paris

Sources : https://www.bam.archi/realisations/haussmann-paris-9

[42] PDF « DÉVELOPPER LA SURÉLÉVATION » de Didier Mignery datant de 2020 sur CAIRN
[43] « Surélévation à Paris : retour d'expérience »
< https://www.bam.archi/magazine/surelevation-paris-experience
[44]« La surélévation à Paris »
< https://secondsouffle.co/index.php/surelevation-paris/

La surélévation permet de mêler dans les constructions une architecture ancienne par exemple de type haussmannienne, à une architecture nouvelle plus moderne. Elle permet la reconquête de certains bâtiments délaissés.

L'AMENAGEMENT DE MAISONS EN ROOFTOP D'IMMEUBLES

Au même titre qu'une surélévation, certains architectes crées des maisons situées en rooftop. Ces maisons profitent ainsi d'un jardin comme une maison classique mais profitent également d'une vue imprenable sur la ville.

Dans le 13ème arrondissement de Paris, le studio d'architecture intérieure MB architecture intérieure en collaboration avec le cabinet d'architecture ACG a aménagé sur le toit d'une ancienne usine un complexe de trois maisons en bois avec des grands volumes et des espaces verts privés extérieurs.[45]

Le bois est une alternative intéressante pour aménager les toits puisque c'est un matériau léger qui pose moins de problèmes en termes de structure pour le bâtiment existant.

Figure 28 : Opération d'aménagement d'un rooftop en 3 maisons en bois à Paris

Sources : https://www.mariebey-architecture-interieure.com/portfolio_page/ohpercherooftop/

Ces aménagements de maisons en haut d'immeubles font rêver les habitants des villes qui peuvent ainsi allier grands volumes et petits jardins avec les commodités du centre-ville.

Une autre idée intéressante est celle de Champigny-sur-Marne à l'est de Paris, où l'architecte Edouard François propose un programme de réhabilitation et de créations de 114 logements sociaux avec des maisons sur les toits des immeubles.[46]

Par son projet l'architecte voit une façon de « *réintroduire les valeurs de centre-ville dans les grands ensembles et d'initier une rénovation urbaine* ».

---

[45] 3 MAISONS EN BOIS EN ROOFTOP D'UN IMMEUBLE AMÉNAGEMENT & DÉCORATION PARIS, 13ème
< https://www.mariebey-architecture-interieure.com/portfolio_page/ohpercherooftop/

[46]« Des maisons au sommet des HLM (diaporama) » article de Céline Galoffre, du 04 décembre 2012
< https://www.batiactu.com/edito/maisons-au-sommet-hlm-diaporama-33794.php

Edouard François à fait le pari d'empiler trois forme architecturales différentes pour construire un seul et même bâtiment. Nous retrouvons ainsi des maisons de ville en bas, une barre années 50 au-dessus et, en toiture, des pavillons. Toutes ces formes architecturales représentent la diversité des formes urbaines du quartier. [47]

Figure 29 : Opération de Collage urbain à Champigny sur Marne

Sources : https://www.edouardfrancois.com/projects/collage-urbain

[47] COLLAGE URBAIN CHAMPIGNY-SUR-MARNE
< https://www.edouardfrancois.com/projects/collage-urbain

Des aménagements durables sur nos toits

L'intégration des toitures végétales

Que ça soit les dans les jardins suspendus de Babylone en 600 av.-JC ou les toits de chaume durant l'antiquité, le végétal sur les toits c'est toujours imposé comme une solution à plusieurs problématiques. Depuis l'époque néolithique l'Homme recouvre de substrat végétal son toit pour en tirer des vertus. Pendant plusieurs siècles végétaliser son toit était une façon de construire plutôt populaire. Cependant, ces dernières années le phénomène connait un essor en Europe et tout particulièrement en France avec une expansion du mouvement des bâtiments de haute qualité environnementale. En effet, créer un toit végétalisé apporte de nombreux bénéfices.

Nombre de pays européens mettent en place ce procédé. L'Allemagne est à l'heure actuelle un des pays avec le plus de toitures végétalisées. Son marché est de plus de 10 millions de mètres carrés par an.[48]Selon le CSTB, Centre scientifique et technique du bâtiment, la France quant à elle installe environ 200 000 mètres carrés par an et son marché pourrait augmenter de 15 à 20 % grâce à la propagation des projets de haute qualité environnementale. [49]

Dans un premier temps, le toit végétal est un moyen de végétaliser l'espace urbain et de retravailler les questions de la nature en ville.

Dans un deuxième temps, le toit végétal isole grâce à sa couverture végétal et son substrat. Il permet une meilleure isolation phonique et acoustique en absorbant les ondes sonores et en diminuant ainsi les nuisances sonores urbaines, il permet une meilleure isolation thermique comparé aux tuiles ou à l'ardoise, il permet également une température moins chaude en été et moins froide en hiver.

Outre ces formes d'isolation, le toit végétal apporte d'autres bienfaits tels qu'une meilleure qualité de l'air grâce à la filtration de ce dernier par les végétaux.

Le risque d'inondations est également réduit, en effet, l'eau de pluie est retenue dans le substrat et elle est évacuée par des phénomènes d'évapotranspiration, ainsi on observe de manière considérable la réduction du ruissellement des eaux pluviales. De plus, le volume d'eau accueilli habituellement par le réseau se voit fortement réduit puisque jusqu'à 30% des précipitations annuelles peuvent profiter de ce phénomène d'évapotranspiration selon l'Apur.[50]Une autre partie des eaux de pluie peut se voir récupérée et recyclée.

---

[48] BIOTOPES CREATION Entreprise spécialisée en création et pose de murs et toitures végétalisés
< http://www.biotopescreation.fr/435568718

[49] « Toitures végétalisées habitat avantages inconvénients » article 30 mai 2015
« https://www.picbleu.fr/page/toitures-vegetalisees-habitat-avantages-inconvenients#:~:text=Les%20avantages%20d'une%20toiture%20v%C3%A9g%C3%A9talis%C3%A9e&text=D%C3%A9velopp ement%20de%20la%20biodiversit%C3%A9.,en%20cas%20de%20fortes%20chaleurs.

[50] « Etude sur le potentiel de végétalisation des toitures terrasses de Paris » par l'APUR en avril 2013

De plus, un toit végétalisé se dégrade moins vite qu'un toit classique puisque le substrat et les végétaux présents sur le toit protègent le bitumes des rayonnements UV et donc de sa dégradation dans le temps. Les toits verts permettent donc au même titre que les toits blanc, de réfléchir les rayons du soleil et ainsi de réduire les ilots de chaleur urbains.

Nous pouvons rappeler qu'un revêtement en bitume classique noir ou de couleur foncé absorbe 90% des rayons du soleil et crée de ce fait des ilots de chaleur de 3 à 4 degrés en ville. De plus, de nombreuses études ont démontrés que si les revêtements des toits et des routes mondiales étaient de couleurs blanches ou claires, la température réduirait de 0.01 degrés Celsius.[51]

Le toit végétalisé nous apparait ainsi ces dernières années comme un bon compromis pour résoudre les enjeux d'une architecture plus durable, en répondant aux enjeux écologiques et aux besoin des villes de demain.[52]

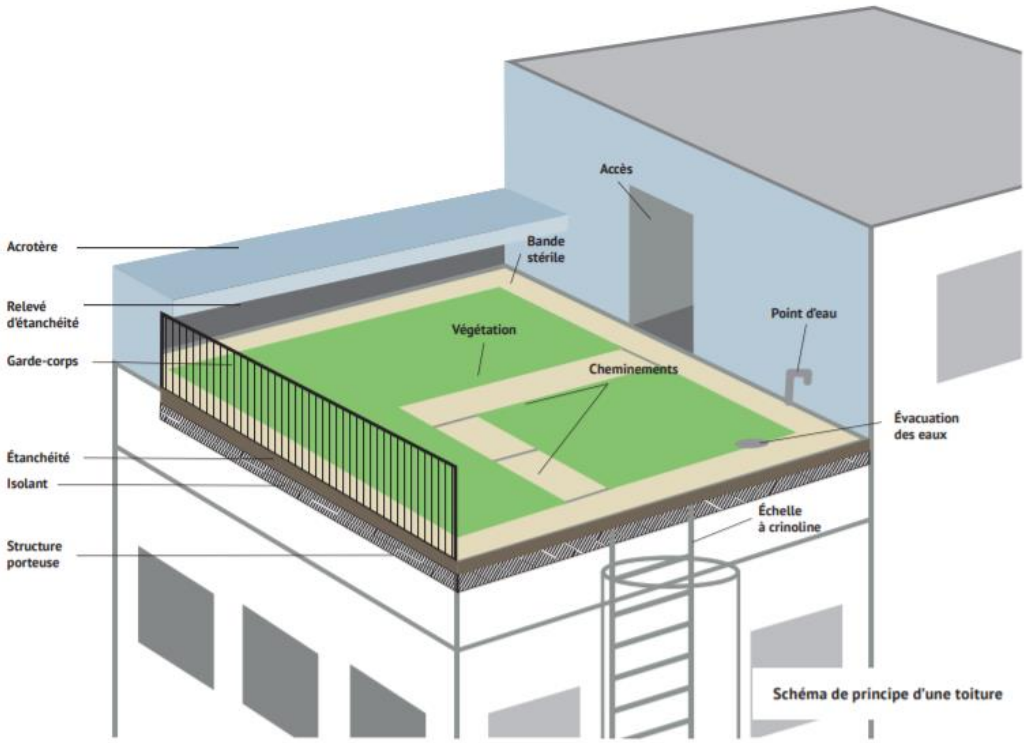


Figure 30 : Schéma d'un toit végétalisé

Sources : <https://cdn.paris.fr/paris/2019/07/24/9c8ec8df4039c8587184d7fa4de266e6.pdf

< https://www.apur.org/sites/default/files/documents/vegetalisation_toitures_terrasses.pdf

[51] « Des toits blancs à Montréal »
< https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/484728/rosemont-toits-blancs

[52] « Toitures végétalisées habitat avantages inconvénients » article du 30 mai 2015
< https://www.picbleu.fr/page/toitures-vegetalisees-habitat-avantages-inconvenients#:~:text=Les%20toitures%20v%C3%A9g%C3%A9talis%C3%A9es%20apportent%20une,de%20pr%C3%A8s%20de%2040%20dB.

VUE EN COUPE DE LA STRUCTURE D'UN TOIT VEGETAL

1. VEGETATION : présence de plantes et de fleurs

2. SUBSTRAT : couche de terre composée de terreau, de compost, de mousse

3. COUCHE FILTRANTE : nappe constituée de verre ou de polyester empêchant la couche drainante d'être obstruée par des végétaux ou de la terre

4. COUCHE DRAINANTE : couche composée de cailloux, de graviers et de billes d'argiles qui joue un rôle de drainage afin de prévenir la formation d'eau stagnante sur le toit

5. MEMBRANE D'ETANCHEITE : membrane qui permet de séparer le substrat du support. Son rôle est d'empêcher que des racines ne viennent transpercer le toit

6. COUCHE D'ISOLATION : couche permettant d'isoler la toiture de la végétation

7. PARE-VAPEUR : couche empêchant la migration de la vapeur d'eau vers le toit

Figure 31 : Vue en coupe de la structure d'un toit végétal

Sources : réalisé par BRARD MARIE sur Illustrator – 2020-2021

Il existe trois types de toitures végétalisées, qui dépendent de l'épaisseur de substrat de terre utilisé et des végétaux intégrés, on retrouve la végétalisation extensive, semi-intensive et intensive.

La végétalisation extensive

La végétalisation extensive est la végétalisation qui demande le moins de substrat, environ de 3 à 7 centimètres. Le poids engendré par ce système est donc faible, il est de 60 à 100 kg/m2 à saturation d'eau. Les végétaux que l'on pourra retrouver seront des sédums, de la mousse ou des graminées, ils ne demanderont pas spécifiquement d'entretient cependant le substrat étant faible, on ne pourra ni y cultiver ni y déambuler comme on le ferait dans un jardin.

C'est la végétalisation la plus simple et la moins couteuse qui s'adapte donc bien aux grandes surfaces ou aux habitations existantes puisque le substrat de faible poids ne modifie pas énormément les besoins en termes de structure du bâtiment. [53]

[53] IBID

La végétalisation semi-intensive

La végétalisation semi-intensive demande une épaisseur moyenne de 15 à 30 centimètre de substrat. Le poids engendré peut-être quasiment double comparé à la végétalisation extensive puisqu'il est de l'ordre de 150 à 300 kg/m2. Cette épaisseur de substrat permet d'obtenir des graminées ou des plantes arbustives. L'entretient est périodique et l'arrosage demande d'être plus régulier.[54][55]

La végétalisation intensive

La végétalisation intensive est la végétalisation qui ressemble le plus à une toiture jardin, c'est d'ailleurs la plus couteuse. La végétalisation se fait dans des bacs de un ou deux mètres de profondeurs. La forte épaisseur de substrat permet l'implantation de gazon, d'arbustes et d'arbres. L'entretien est ainsi plus régulier au même titre qu'il se ferait pour un jardin. Cependant, ce type de végétalisation demande une toiture en capacité de contenir un poids de surcharge de 120 à 350 kg/m2 lors des saturations d'eau. Ces toitures végétales sollicitent l'intervention d'un bureau d'études pour s'assurer de la viabilité de la structure du bâtiment.[56]

VUE EN COUPE DES DIFFERENTS TYPES DE VEGETALISATION DE TOITURE

VEGETALISATION INTENSIVE VEGETALISATION SEMI INTENSIVE VEGETALISATION SEMI EXTENSIVE

[54] « Toitures végétalisées habitat avantages inconvénients » article 30 mai 2015
« https://www.picbleu.fr/page/toitures-vegetalisees-habitat-avantages-inconvenients#:~:text=Les%20avantages%20d'une%20toiture%20v%C3%A9g%C3%A9talis%C3%A9e&text=D%C3%A9veloppement%20de%20la%20biodiversit%C3%A9.,en%20cas%20de%20fortes%20chaleurs.
[55] Techniques Végétalisation
< http://agamede.free.fr/techniqueb2.php
[56] IBID

LA QUESTION DES PENTES

De façon traditionnelle, nous imaginons davantage une toiture végétalisée sur un toit plat que sur un toit à pente, pourtant il est bien possible d'y implanter un substrat. En effet, bien que ce type de toit conditionne plus de contraintes, il reste possible à végétaliser. Pour ce faire, selon le «*Guide des toitures végétalisées et cultivées*» de la mairie de Paris, il faut limiter au maximum le glissement du substrat végétal ; des sangles, des planches ou des grilles peuvent ainsi être installés pour créer une retenue. Dans le but de prévoir les risques de glissement ou d'érosion du toit, le substrat doit également être étudié notamment sa composition et sa stabilité. Les racines des plantes choisies doivent s'implanter correctement afin qu'elles ne risquent pas le déracinement de l'ensemble du complexe végétal en toiture. En revanche, plus la pente est forte, plus le coût d'aménagement est élevé.[57]

DES PRINCIPES APPLICABLES A PLUSIEURS SURFACES

Les principes des toits végétalisés s'appliquent également sur les petites surfaces de mobiliers urbains. Cela permet de recréer des poches de biodiversité dans toute la ville et de capturer les particules fines liées à la pollution. Ces toits verts ont pour but de faire revenir en milieu urbain des espèces d'insectes qui disparaissent notablement ces dernières années.

A Leicester, au centre de l'Angleterre, en 2021, 500 abribus vont être remplacés par des abribus écologiques. Ces abribus promettent de favoriser la biodiversité en ville par leurs toits végétalisés composés de fleurs et de plantes succulentes. Le choix de cette flore est pensé dans le but d'attirer des abeilles ou bien d'autres insectes pollinisateurs. De plus, ces abribus sont dotés de panneaux solaires pour alimenter les éclairages de l'abri.[58]

En 2019, dans la ville d'Utrecht, 316 abribus végétalisés avaient été créés dans le but de proposer un refuge aux abeilles et autres insectes. Ces abribus végétal stockent également l'eau de pluie. L'entretien de ces espaces est fait par les agents municipaux. La ville d'Utrecht à lancé en parallèles de la création de ce mobilier urbain, des études d'impacts de ces installations sur la biodiversité environnante.[59]

---

[57] « Guide des toitures végétalisées et cultivées » de la mairie de Paris

[58] « Leicester va installer 500 abribus végétalisés pour protéger les abeilles » article du 2 juin 2021 par Maxime Delmas
< https://creapills.com/leicester-abribus-abeilles-20210602

[59] « Pays-Bas : Utrecht installe 316 abribus végétaux pour sauver les abeilles » article du 31 décembre 2019 https://www.lavoixdunord.fr/687831/article/2019-12-31/pays-bas-utrecht-installe-316-abribus-vegetaux-pour-sauver-les-abeilles

Figure 32 : Abribus végétalisés de la ville d'Utrecht

Sources : <https://rue-avenir.ch/themes/rues-apaisees/quartiers-sans-voitures/utrecht-merwede/abribus-vegetalises/

Le concept des toits végétalisés ne s'arrête pas aux abris bus nous pouvons également le retrouver sur des toits d'abris vélos par exemple.

Afin de végétaliser les petits espaces en toiture La startup Topager, spécialiste dans l'agriculture urbaine, nous explique comment végétaliser les espaces réduits en toiture ou les toits à faible portance. Pour ces lieux, une végétalisation avec des plantes aromatiques et des plantes à bulbes est possible. Cette végétalisation peut s'accompagner d'hôtels à insectes ou de ruches favorisant l'arrivée d'oiseaux ou d'insectes.[60]

Figure 33 : Petits espaces de toitures

Sources : <http://topager.com/portfolio-item/arome-zone/

[60] « Aroma Zone » article du site Topager
< http://topager.com/portfolio-item/arome-zone/

LE PRINCIPE D'ECHANGE ENTRE LES MILIEUX

Selon une riche étude de l'Apur sur le *Potentiel de végétalisation des toitures terrasses à Paris*, il existe des principes d'échanges entre les milieux.

En effet, selon cette étude, plus le toit végétal se trouve haut, moins il contribue et favorise les échanges entre les milieux en ville. Par exemple, un bâtiment de quatre étages ou moins favorise de nombreux échanges de biodiversité notamment des insectes et des oiseaux. En revanche, un bâtiment de plus de six étages est un milieu peu favorable à des échanges entre les poches de biodiversité urbaines car sa hauteur correspond à un milieu de haute montagne pour les espèces environnantes.

Ainsi cette étude affirme que dans des zones très minérales en milieu urbain de centre-ville, les toitures terrasses végétalisées recréent des habitats pour la biodiversité et permettent de renforcer les corridors écologiques. [61]

UN ACCUEIL DE LA BIODIVERSITE RENFORCE

Toujours selon cette étude de l'Apur, les toits verts pourraient permettre d'accueillir également des espèces menacées. En effet, Les toits végétalisés en ville sont composés de substrat et non de terre classique pour répondre principalement aux enjeux de poids et de drainage. Cependant, en incorporant un apport de sols naturels des territoires voisins, en créant du relief, en ajoutant du bois mort et d'autres matériaux naturels, les toits verts peuvent devenir de réels habitats de compensation à destination des espèces dites « rares et menacées » dans des espaces très minéralisés comme la ville.

De même il a été exposé dans cette étude que les toits végétalisés peuvent renforcer les corridors de migrations de certaines espèces suivant les cours d'eau en recréant des zones humides sur les toits.

En effet, à proximité des cours d'eau et canaux, les toitures végétales peuvent recréer des milieux semblables à ceux des rives de cours d'eau. Pour cela les toits peuvent être aménagés en gravières ou en prairies humides. Cette démarche demande cependant une surveillance particulière de l'étanchéité de la toiture et un questionnement sur un apport d'eau non potable en toiture pour recréer ces espaces.

[61] « Etude sur le potentiel de végétalisation des toitures terrasses de Paris » par l'APUR en avril 2013 < https://www.apur.org/sites/default/files/documents/vegetalisation_toitures_terrasses.pdf

LE COEFFICIENT DE BIOTOPE PAR SURFACE (CBS)

Le coefficient de Biotope venu initialement d'Allemagne peut être utilisé par les communes dans leur règlement pour favoriser la végétation en ville et s'assurer que les projets d'aménagements soient qualitatifs en termes d'espaces verts. Les toitures végétalisées font ainsi partie intégrante de ce principe.

Le coefficient dit de biotope présent dans certains PLU permet selon la définition du site de la cohésion des territoires du gouvernement de « *fixer une obligation de maintien ou création de surfaces non imperméabilisées ou éco– aménageables sur l'unité foncière qui peut être satisfaite de plusieurs manières : espace libre en pleine terre, surface au sol artificialisée mais végétalisée sur une profondeur minimale déterminée par le règlement, toitures et murs végétalisés… Les différentes manières de respecter cette obligation n'ayant pas la même efficacité du point de vue de la préservation de la biodiversité, le règlement du PLU peut ainsi prévoir un coefficient différent pour chacune d'entre elles qui permet de prendre en compte cette différence d'efficacité. »*[62]

Le Coefficient de Biotope par Surface est avant tout une valeur qui se calcule.

Le CBS = surface éco aménageable / surface de la parcelle.

La surface éco-aménageable se calcule en ajoutant un à un les différents types de surface multipliés par leur coefficient de potentiel en biodiversité.

Par exemple les murs et toitures végétalisées ont un coefficient de 0.5 et 0.7 respectivement. 10m2 de toiture végétalisée équivalent à 7m2 de surface favorable à la biodiversité (10x0.7).[63]

On retrouve le plus souvent ce coefficient dans les règlements sous forme de tableau.

Ce coefficient est encouragé par la loi ALUR.

[62] « La biodiversité dans les plans locaux d'urbanisme et dans les schémas de cohérence territoriale » < https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2019-06/alur_fiche_la_biodiversite_dans_les_plu_et_scot.pdf

[63] FICHE OUTIL METHODE : LE COEFFICIENT DE BIOTOPE par surface (CBS) <http://multimedia.ademe.fr/catalogues/CTecosystemes/fiches/outil11p6364.pdf

EXEMPLE DE TABLEAU AVEC COEFFICIENTS DE BIOTOPE POUR LA VILLE DE BERLIN

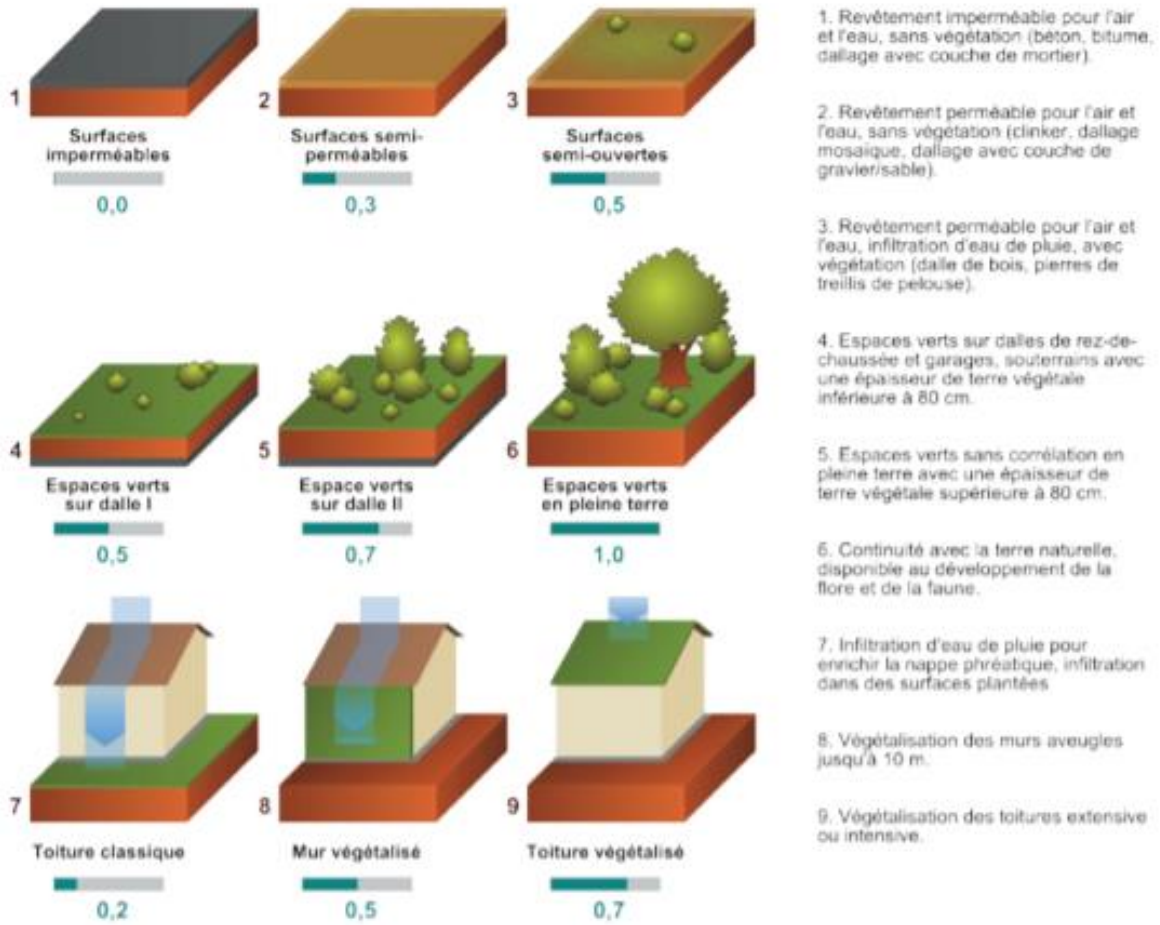


Figure 34 : Exemple de tableau avec coefficient de Biotope pour la ville de Berlin

Sources : http://multimedia.ademe.fr/catalogues/CTecosystemes/fiches/outil11p6364.pdf

UNE TYPOLOGIE DES TOITURES PLATES

Lors d'une étude de l'Apur sur le *Potentiel de végétalisation des toitures terrasses à Paris*, une typologie des toitures plates de la capitale a été réalisée et permet de déterminer le potentiel des toitures terrasses en termes de végétalisation. Il existe donc un potentiel dit de faible à fort. Cette étude permet ainsi d'effectuer un premier tri des toitures potentiellement végétalisables. Une initiative qui pourrait être reprise dans d'autres grandes villes.

Nous retrouvons selon cette étude des toitures avec un potentiel faible qui sont des toitures en matériaux peu résistants tels que le zinc ou encore le verre et qui sont fortement encombrés par les systèmes techniques placés en extérieur.

Cette catégorie de potentiel dit faible permet de déclarer qu'un aménagement en toiture de type végétal serait incompatible notamment pour des questions de mauvaise résistance ou d'encombrement du toit.

Nous avons ensuite des toitures avec un potentiel dit moyen qui sont des toitures en revêtement dalle béton et qui sont moyennement encombrés par des systèmes techniques extérieurs.

Cette catégorie de potentiel dit moyen permet de déclarer qu'un aménagement en toiture de type végétal serait envisageable de par son revêtement de toiture mais l'encombrement reste cependant trop présent pour une mise en œuvre qualitative.

Nous retrouvons pour terminer des toitures avec un potentiel dit fort qui sont des toitures en revêtement dalle béton et qui sont faiblement encombrés.

Cette catégorie de potentiel dit faible permet de déclarer qu'un aménagement en toiture de type végétal serait envisageable de par son revêtement de toiture et son dégagement suffisant au sol. [64]

TOITURES VEGETALES ET RENOVATIONS ENERGETIQUES

Selon le site internet *Adaptaville* de l'Agence Parisienne du Climat qui propose des solutions pour s'adapter au changement climatique, la végétalisation des toitures pourrait avoir lieu lors des travaux de rénovation énergétique imposés au parc vieillissant. Les points fars de cette proposition sont de conforter et coupler les travaux de rénovation énergétique à une végétalisation des bâtiments pour conduire à des co-bénéfices et des principes environnementaux communs. De plus, elle permet de sensibiliser par la même occasion les copropriétaires sur les bienfaits de la végétalisation des centres villes. Une rénovation énergétique peut débuter lorsque l'ensemble des propriétaires de la copropriété est en accord avec le projet. Cette rénovation sous-entend des études du bâtiment pour améliorer au mieux ses performances énergétique et sa durabilité dans le temps. Sachant que des études sont également obligatoires pour déterminer l'épaisseur de substrat et les conditions d'adaptation de la toiture végétalisée, ces deux opérations peuvent être couplées et réalisées au même moment.[65]

De plus, les interventions en toitures répondent aux mêmes contraintes juridiques et administratives que la rénovation énergétique.

[64] « Etude sur le potentiel de végétalisation des toitures terrasses de Paris » par l'APUR en avril 2013
< https://www.apur.org/sites/default/files/documents/vegetalisation_toitures_terrasses.pdf
[65] « La végétalisation des immeubles d'habitation lors des opérations de rénovation » article de l'Agence Parisienne du Climat
< https://www.adaptaville.fr/toiture-vegetalisee

JAPON

Au Japon, *Acros*, le centre de conférence de Fukuoka fait partie des références mondiales de l'intégration dans une architecture de la nature en ville. Le bâtiment est conçu de quatorze jardins en terrasses sur les quatorze niveaux et d'un belvédère panoramique au sommet. L'architecte est Emilio Ambasz et il l'un des précurseur en matière d'architecture végétale.[66] Son idée était ici d'aménager le toit du bâtiment comme un prolongement du parc, ce qui explique sa forme de trapèze.[67] Par ce concept le bâtiment réduit significativement les ilots de chaleurs urbains et les émissions de CO2.

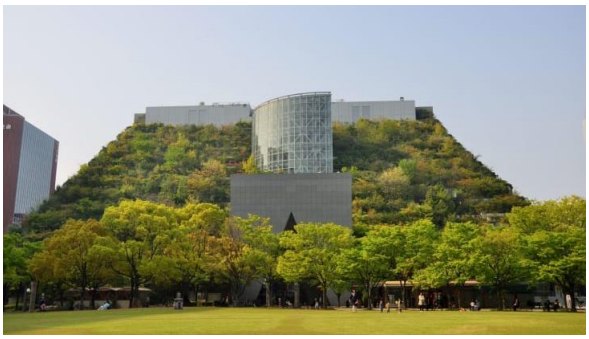


Figure 35 : Centre de conférence de Fukuoka au Japon

Sources : https://dozodomo.com/bento/2020/07/22/acros-fukuoka-immeuble-vert-arbres-japon/ https://coolcoalition.org/examples-of-sustainable-architecture-around-the-world/

COREE DU SUD

En Corée du Sud, l'université féminine *Ewha* de Séoul est semi-enterrée, ce qui la rend quasiment invisible. En effet, ici, le toit a été totalement végétalisé et transformé en espace urbain grâce à des sentiers piétons. L'architecte Dominique Perrault a désiré intégrer le bâtiment dans son contexte urbain et paysager. Le bâtiment est dans une démarche plus durable puisqu'il utilise l'énergie géothermique et récolte et recycle l'eau de pluie.

Figure 36 : L'université féminine Ewha de Séoul

Sources : https://travel.lebonbon.fr/inspirations/les-toits-les-plus-insolites-du-m https://www.floornature.eu/perrault-et-la-ewha-womans-university-de-seoul-5177/

[66] « Architecture et nature : les 25 ans du centre ACROS d'Emilio Ambasz à Fukuoka » article du 10 aout 2020 <https://www.floornature.eu/architecture-et-nature-les-25-ans-du-centre-acros-daemilio-a-15688/

[67] « Les toits les plus insolites du monde » article du 22 novembre 2018 <https://travel.lebonbon.fr/inspirations/les-toits-les-plus-insolites-du-monde/

Le développement de l'agriculture urbaine en toiture

L'agriculture urbaine émerge largement à Cuba dans les années 1960 lors de l'embargo américain. En effet, le peuple cubain développe l'agriculture urbaine dans tous les espaces disponibles et notamment les toitures pour pouvoir pallier à la crise alimentaire.[68] On remarque d'ailleurs que c'est lors des fortes crises que se développe l'agriculture urbaine comme moyen de subsistance dans d'autre pays du monde tels que la Pologne par exemple.

Cependant l'agriculture urbaine connait un engouement important ces dernières années dans nos sociétés. En effet, de plus en plus d'habitants ou d'associations se rejoignent sur le fait que l'agriculture urbaine est une solution durable pour demain. En consommant des fruits ou des légumes produits en ville, les couts de productions et les émissions de CO2 dues au transport sont réduits, cette façon de consommer permet ainsi d'adopter une démarche plus durable et responsable.

Egalement, pour pallier à certaines pénuries alimentaires dans les pays pauvres, L'ONU préconisent cette démarche de l'agriculture urbaine.[69]

Les zones de potager sur les toits permettent de réduire le ruissellement des eaux de pluie et de lutter contre les îlots de chaleur.

Selon les études du laboratoire de recherche de Vinci Paritech quatre familles de projet sont envisageables sur un toit. Il est possible de mettre en œuvre une micro ferme urbaine, un jardin partagé, une ferme urbaine productive, ou bien encore une terrasse comestible.

Les *micros fermes urbaines* sont partagées entre production agricole et activités de types évènementiel et animations autour d'une meilleure alimentation ou une sensibilisation à l'environnement.

Les *jardins partagés* sont des espaces où des personnes viennent produire et entretenir comme si c'était le propre jardin, cela peut être des jardins partagés appartenant à l'immeuble, à une entreprise ou bien à une association.

Les *fermes urbaines productives* appartiennent le plus souvent à des entreprises qui tire des bénéfices de la vente de leur production en circuit court, le plus souvent dans des magasins bio, sur sites internet ou dans des restaurants.

Les *terrasses comestibles* sont situées sur le toit d'un restaurant, d'un hôtel, d'un hôpital ou d'une entreprise. Les produits récoltés permettent ensuite de fournir la partie

[68] « Émergence et impacts de l'agriculture urbaine à Cuba » de Janice Argaillot Dans Espaces et sociétés 2014/3 (n° 158), pages 101 à 116

[69] « Qu'est-ce que l'agriculture urbaine ? » article du 1 mars 2019
< https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/eco-consommation-quest-ce-agriculture-urbaine-4797/

restauration du bâtiment en question. Favorisant des produits de qualité et en circuit très court. [70]

Plusieurs systèmes permettent de cultiver sur les toits.

LE SYSTEME HYDROPONIQUE

Le système hydroponique est un moyen d'irriguer les plantes qui est souvent utilisé dans l'agriculture urbaine sur les toits. Deux systèmes hydroponiques sont possibles. Il existe l'hydroponie active qui utilise un système d'irrigation en goutte-à-goutte et qui apporte aux plants la solution nutritive. Et il y a l'hydroponie passive qui utilise le système de capillarité en faisant monter la solution nutritive vers les racines des plantes.

LES BACS ET LES PLANCHES

Les études du laboratoire de recherches de Vinci Paritech montrent que plus la hauteur de substrat de terre dans les bacs est importante et plus la diversité des cultures potagères cultivables est grande. La profondeur de terre détermine également la résistance aux variations de température et aux fortes chaleurs présentes en toiture.[71]

L'AQUAPONIE

Un autre principe de culture urbaine et sans pesticides sur les toits est l'aquaponie. L'aquaponie est le fait d'élever des poissons et de cultiver des plantes hors sol en parallèle. Ce procédé de culture permet de cultiver des légumes ou des fruits. Le principe consiste à avoir un bac avec des poissons, les déchets rejetés par les poissons accompagnée d'eau sont évacués par une pompe jusqu'au bac de terre contenant les légumes. Ce mélange d'eau et de déjections est fortement concentré en ammoniaque. Des bactéries se développent ainsi dans cette eau et transforment l'ammoniaque en nitrite et en nitrate, l'eau chargée en nitrate ainsi obtenue est redistribuée aux plantes et les nourrit. Les plantes filtrent l'eau qui est redistribuée aux poissons. C'est ainsi un circuit d'eau fermé. La personne se chargeant de cette culture ne doit seulement plus que nourrir les poissons pour que son cycle de culture fonctionne. Selon le site cueillette urbaine, ce procédé permet jusqu'à 90 % d'économie d'eau.[72]

---

[70] "Les 6 essentiels de l'agriculture urbaine en toiture-terrasse » article du 18 juin 2020 <https://www.lab-recherche-environnement.org/fr/article/les-6-essentiels-de-lagriculture-urbaine-en-toiture-terrasse/#:~:text=Des%20cultures%20sp%C3%A9cifiques%20pour%20nos%20toits&text=Les%20syst%C3%A8mes%20hydroponiques%20choisissent%20g%C3%A9n%C3%A9ralement,%2C%20courgettes%2C%20etc.).

[71] « Les 6 essentiels de l'agriculture urbaine en toiture-terrasse »
< https://www.lab-recherche-environnement.org/fr/article/les-6-essentiels-de-lagriculture-urbaine-en-toiture-terrasse/#:~:text=Des%20cultures%20sp%C3%A9cifiques%20pour%20nos%20toits&text=Les%20syst%C3%A8mes%20hydroponiques%20choisissent%20g%C3%A9n%C3%A9ralement,%2C%20courgettes%2C%20etc.).

[72] « Technique de l'aquaponie » article du site cueillette urbaine
< https://www.cueilletteurbaine.com/technique-de-laquaponie/

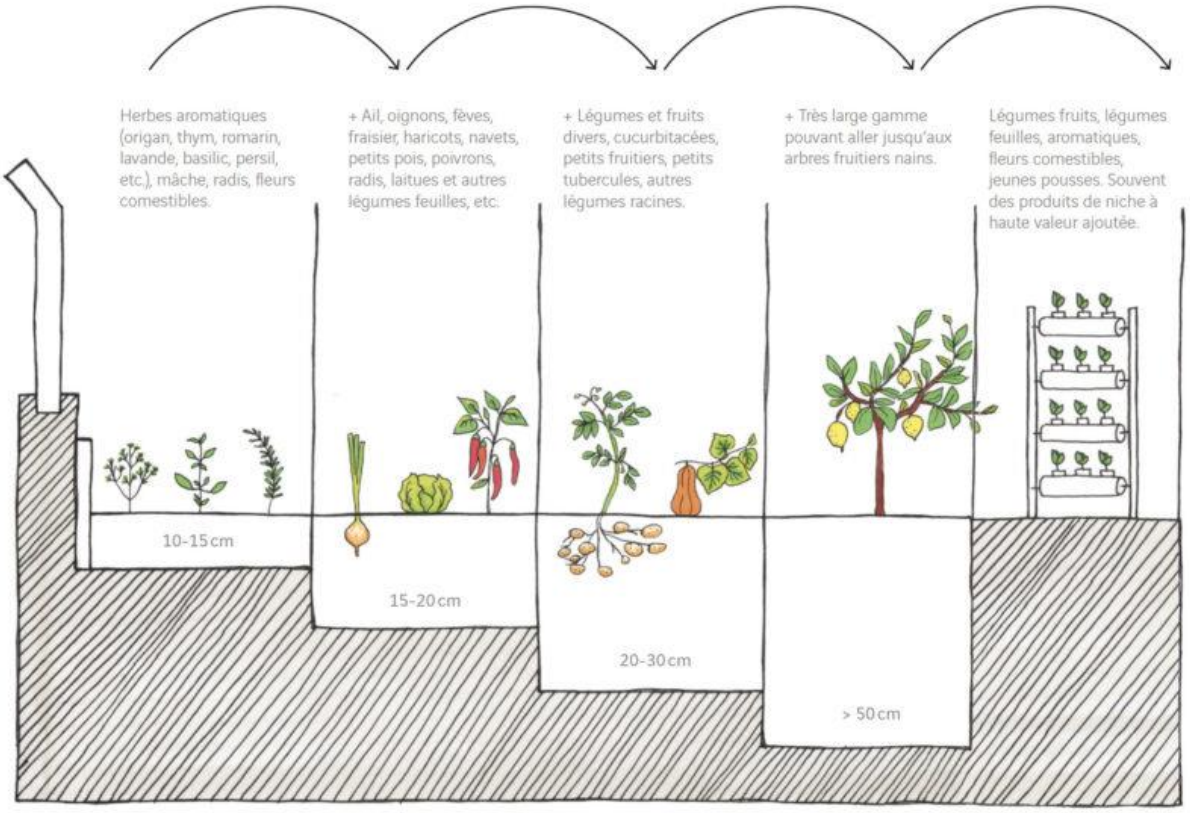


Figure 37 : Schéma présentant la culture en bac et en hydroponie

Sources : https://www.lab-recherche-environnement.org/fr/article/les-6-essentiels-de-lagriculture-urbaine-en-toiture-terrasse/#:~:text=Des%20cultures%20sp%C3%A9cifiques%20pour%20nos%20toits&text=Les%20syst%C3%A8mes%20hydroponiques%20choisissent%20g%C3%A9n%C3%A9ralement,%2C%20courgettes%2C%20etc.).

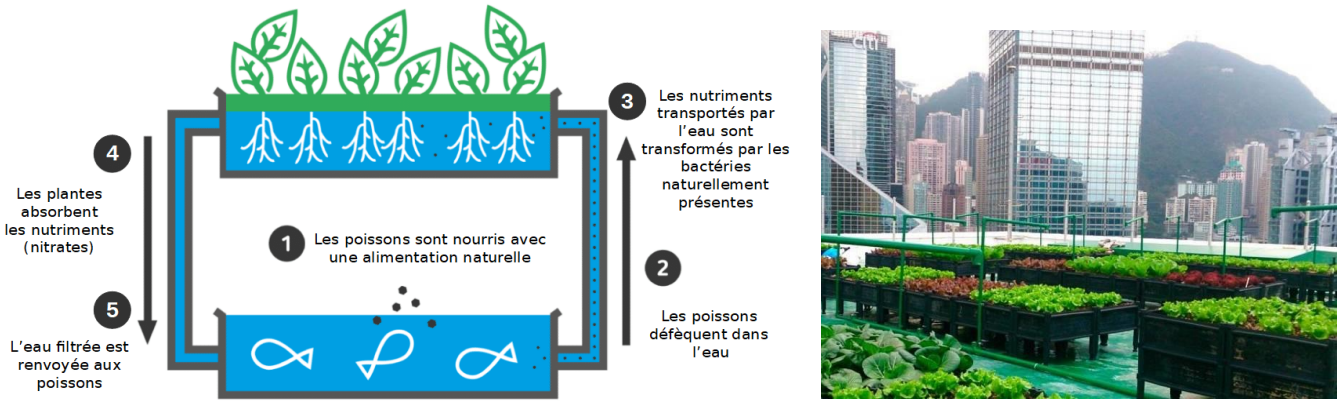


Figure 38 : Schéma et photo présentant l'aquaponie

Sources : : https://www.cueilletteurbaine.com/technique-de-laquaponie/ https://leshorizons.net/aquaponie-developpe-marche-professionnels/

FRANCE

En France, à Paris, la toiture du centre commercial Beaugrenelle accueille une ferme aromatique comprenant une cinquantaine de variété d'herbes et d'aromates rares. Cette ferme fournit 250 professionnels de la restauration parisienne. Le toit était initialement prévu pour accueillir un toit purement végétal destiné à l'ornementation, puis la société *Wesh Grow* a décidé de s'y implanter. *Wesh Grow* est un maraicher urbain engagé qui propose une culture 100% organique et durable. Un des cultivateurs du projet s'exprime dans Le Parisien *« Je voulais monter un projet de culture en terre, raconte Laurent, et le miracle de ce toit, c'est qu'il permet d'accueillir 50 cm de terre. C'est exceptionnel, un toit d'une telle portance à Paris ! L'abondance de lumière, l'exposition au vent, de conservation de la chaleur au sol, le sol de sable, limon et argile, toutes les conditions sont parfaitement réunies. »*[73]

FERME AROMATIQUE SUR LE TOIT DE BEAUGRENELLE A PARIS

Figure 39 : Ferme aromatique sur le toit Beaugrenelle à Paris

Sources : http://hanslucas.com/ycastanier/photo/33412 http://greenhotelparis.com/centre-beaugrenelle/

[73] « Paris : la ferme aromatique du toit de Beaugrenelle fournit 250 restaurants » article du 21 septembre 2020 < https://latribunedelhotellerie.com/paris-la-ferme-aromatique-du-toit-de-beaugrenelle-fournit-250-restaurants/

Le toit comme support de production d'énergie durable

Aujourd'hui les panneaux solaires sont de réels aménagements durables pour nos toits. Ils font parties des concepts d'aujourd'hui et de demain pour répondre à une utilisation plus durable et renouvelable des énergies. Les panneaux solaires permettent en effet de convertir la lumière du soleil en électricité, de produire de l'eau chaude sanitaire ou encore de l'air chaud. L'énergie solaire faire partie des énergies vertes, c'est une énergie renouvelable propre et inépuisable.

Selon In Sun We Trust, une startup française spécialisée dans les panneaux solaires photovoltaïques, « *En 2009 déjà, Patrick Jourde et Jean-Claude Muller, chercheurs au commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) et au CNRS précisaient : "Théoriquement, il suffirait en France de réaliser le seul côté sud des toits en modules photovoltaïques pour produire toute l'énergie électrique nationale."* »[74]

Il existe plusieurs types de panneaux solaires de toiture qui proposent des services différents.

LES PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

Les panneaux photovoltaïques produisent de l'électricité. Le concept consiste à ce que le panneau solaire capte la lumière et la transforme en courant continu. Puis, l'ondulateur transforme le courant continu en courant alternatif afin qu'il puisse être redistribué aux appareils électriques de l'habitat. Grâce à ce procédé la facture électrique du consommateur est réduite de 25 à 50 %.[75]

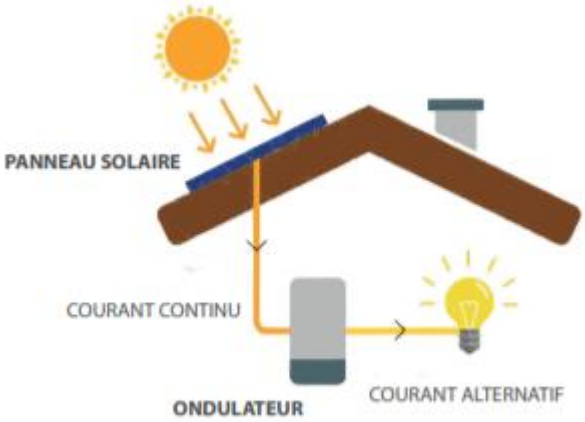


Figure 40 : Panneaux photovoltaïques

Sources : réalisé par BRARD MARIE sur illustrator à partir du schéma du site : https://www.webpedago.com/document/24560/view.html

[74] « Énergie Solaire en France | Chiffres-Clés & Sondage (2021) » article du 04 juin 2021 < https://www.insunwetrust.solar/blog/le-solaire-et-vous/sondage-photovoltaique/

[75] « Panneau Solaire | Guide Ultime Pour Les Débutant(e)s » article du 19 mars 2021 < https://www.insunwetrust.solar/blog/le-solaire-et-vous/panneau-solaire/

LES PANNEAUX THERMIQUES

Les panneaux thermiques produisent de l'eau chaude. Le concept consiste à ce que le panneau solaire capte la chaleur des rayons du soleil. Cette chaleur est ensuite transportée dans les fluides caloporteurs jusqu'au cumulus. Le cumulus d'eau contient de l'eau froide. Il permet de créer de l'eau chaude par l'arrivée de fluides caloporteurs chauds venant des panneaux solaires. Le cumulus permet également de refroidir les panneaux solaires en apportant de l'eau froide par les fluides caloporteurs froids. Grâce à ce procédé la facture d'eau chaude du consommateur est réduite de 40 à 50 %[76]

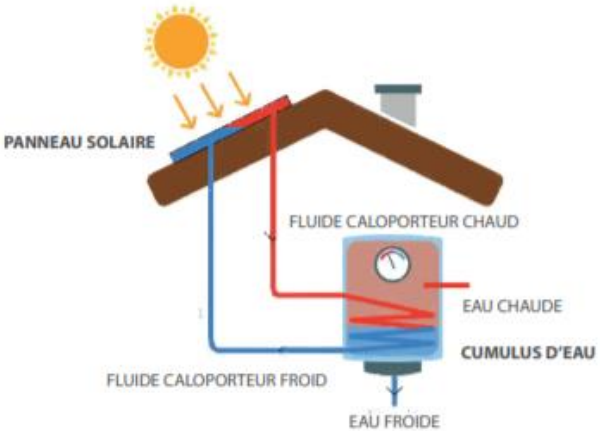


Figure 41 : Panneaux thermiques

Sources : réalisé par BRARD MARIE sur illustrator à partir du schéma du site : https://www.webpedago.com/document/24560/view.html

LES PANNEAUX AEROVOLTAIQUES

Les panneaux aérovoltaiques produisent de l'électricité et de la chaleur. Le concept consiste à ce que le panneau solaire capte la lumière du soleil et la transforme en courant continu. Il capte également la chaleur. L'ondulateur transforme ensuite le courant continu en courant alternatif afin qu'il puisse être redistribué aux appareils électriques de l'habitat. Le ventilateur récupère l'air chaud et le rediffuse dans l'habitat par des VMC. Il peut également diffuser de l'air frais. [77]

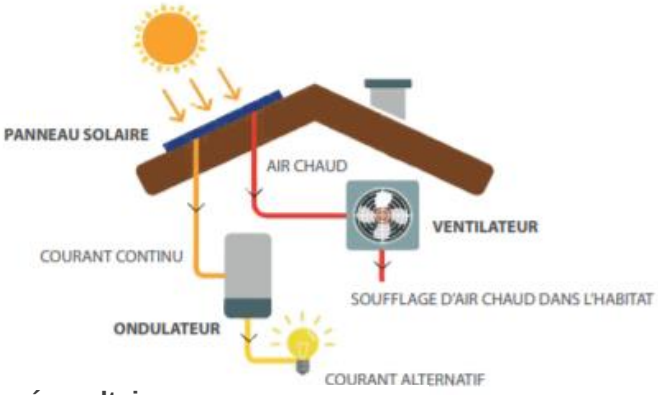


Figure 42 : Panneaux aérovoltaiques

Sources : IBD

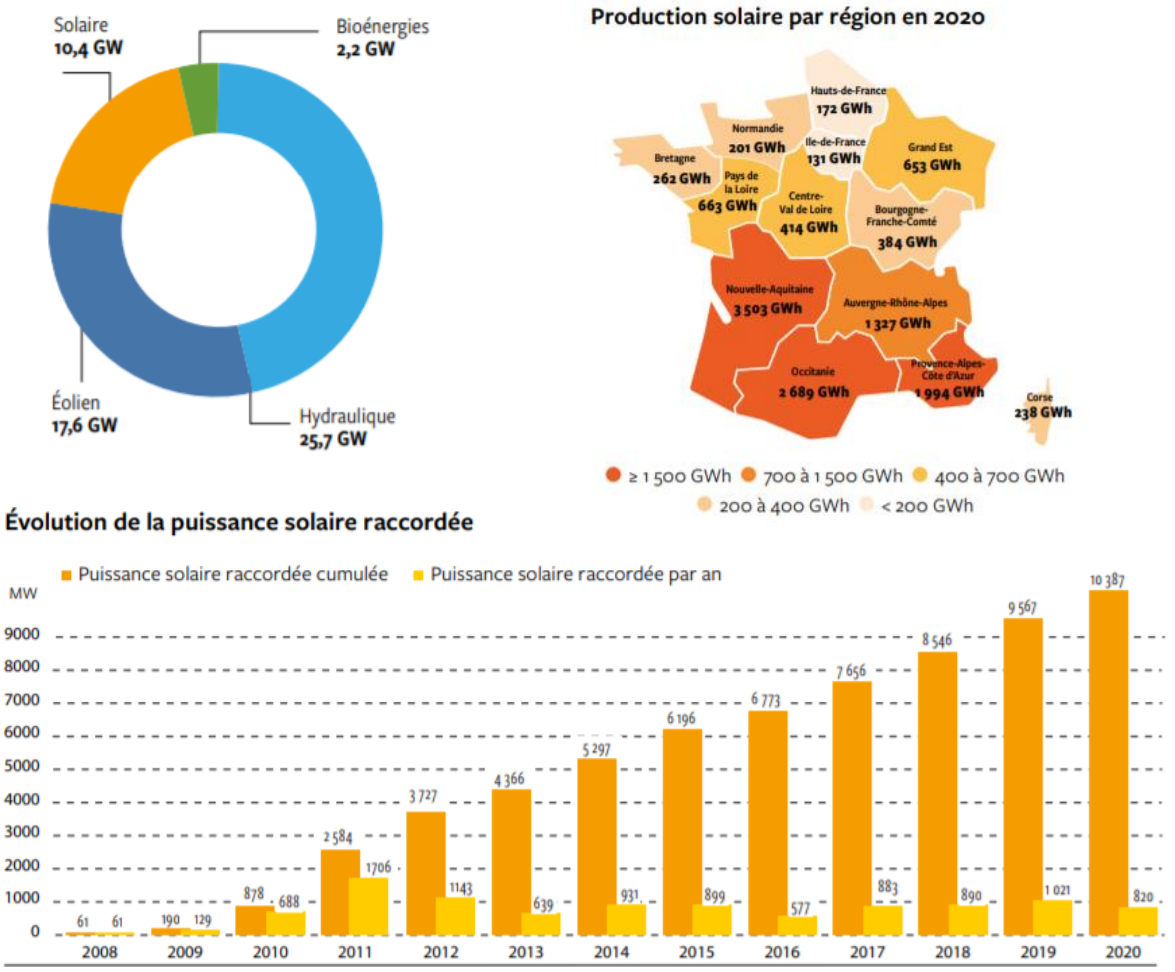
[76] « Panneau Solaire | Guide Ultime Pour Les Débutant(e)s » article du 19 mars 2021 < https://www.insunwetrust.solar/blog/le-solaire-et-vous/panneau-solaire/

[77] IBID

La France fait partie des pays les plus ensoleillés d'Europe pourtant elle est en retard comparé à ses voisins. En effet, selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, il y a un potentiel de 364 Gigawatts en toiture qui n'est actuellement pas exploité. [78] Le parc photovoltaïque est pourtant en constant développement.

Selon le *Panorama de l'électricité renouvelable* du 31 décembre 2020, l'énergie solaire représentait 10,4 GW de puissance dans le parc renouvelable. En 2020, leurs rapports annonce que « *l'électricité produite par la filière solaire a atteint un nouveau record avec près de 12,6 TWh produits, soit une augmentation de 2,5 % par rapport à l'année précédente.* » La région la plus productrice en énergie solaire est la région Nouvelle-Aquitaine, c'est également la région la plus dotée en panneaux solaires du parc.[79] Ces chiffres ne concernent pas uniquement les opérations solaires en toitures mais l'ensemble du parc. Cependant, les chiffres annoncés restent encourageant quant à la tendance actuelle de la production solaire.

Figure 43 : Résultats de données chiffrées obtenus par le Panorama de l'énergie renouvelable



[78] « Le photovoltaïque destiné aux particuliers souffre d'un manque de démocratisation » article du 06 janvier 2021 < https://www.bfmtv.com/economie/replay-emissions/hashtag-jmleco/le-photovoltaique-destine-aux-particuliers-souffre-d-un-manque-de-democratisation_AV-202101060168.html

[79] « Panorama de l'électricité renouvelable » dossier du 31 décembre 2020 réalisé par TECSOL < https://tecsol.blogs.com/files/panorama_t4_2020_bd2.pdf

L'ASSOCIATION DES PANNEAUX SOLAIRES ET DES TOITURES VEGETALISEES SUR LES TOITS

Ces deux aménagements durables de toiture que sont les toits végétalisés et les panneaux solaires énoncés précédemment sont complémentaires et crées des effets de synergie. En effet, la présence de végétation sur les toits améliore l'efficacité des panneaux solaires et inversement, les panneaux solaires encouragent le bon développement des végétaux.

Pour un bon fonctionnement de ce processus, il faut que les panneaux soient inclinés par rapport au toit et que les plantes choisies ne soient pas trop imposantes et entretenues.

La végétation améliore les performances des panneaux photovoltaïques en évitant leur surchauffe estivale en été. En effet, au-delà de 25° les cellules présentent sur les panneaux solaires perdent en efficacité. Les plantes protègent ainsi les panneaux de la chaleur en rafraichissant l'espace par leur évapotranspiration. [80]

Pour permettre aux propriétaires et aux professionnels de comprendre les bienfaits de l'association de ces deux aménagements durables, le centre horticole de la Bourdonnette de Lausanne a mis en place un espace d'exposition. Dans ce lieu nous pouvons observer visuellement les différents aménagements et les comprendre. Une bonne façon d'inciter les professionnels et les novices des aménagements de toitures à choisir les bons aménagements.

Figure 44 : Couple de panneaux solaires et de toiture végétale

Sources : https://www.ecovegetal.com/toitures-vegetales/heliovert-photovoltaique/

[80] « Végétalisons nos toitures pour améliorer notre confort, la biodiversité et notre climat » article de Romande Energie du 29 juin 2020
<https://blogs.letemps.ch/romande-energie/2020/06/29/174/

Cas d'étude : la ville d'Annemasse

Afin de considérer le développement d'une ville plus verticale et l'investissement de la cinquième façade comme une solution à la pression foncière et à l'artificialisation des sols ; nous pouvons prendre comme cas d'étude la ville d'Annemasse et penser des exemples d'occupation des toits dans son tissu urbain. J'ai choisi la ville d'Annemasse comme cas d'étude car j'y ai effectué mon alternance durant cette année 2020-2021.

Dans un premier temps nous pouvons présenter la ville. Annemasse est une ville située au Nord du département de la Haute-Savoie, à la Frontière franco-suisse, plus précisément à l'est de Genève. Elle fait partie de l'agglomération d'Annemasse et du Grand Genève. Annemasse est la deuxième commune du grand Genève par sa population, qui s'élève à plus de 33 000 habitants. C'est une des villes les plus densément peuplées de la Haute Savoie.

De façon géographique la ville d'Annemasse est entourée de paysages de montagnes avec le Salève au Sud, les Voirons à l'est, les rives de l'Arve au Sud Est, et le bois des Rosses au Nord-Est.

Le développement économique de la ville jouit du fait qu'Annemasse est une agglomération transfrontalière : elle profite du dynamisme économique et démographique de Genève.

Figure 46 : Ville d'Annemasse

Sources : atelier d'urbanisme mairie d'Annemasse

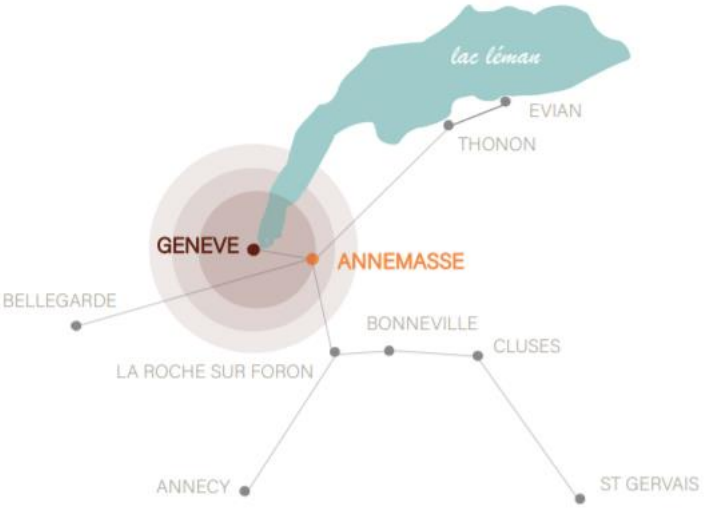


Figure 45 : Schéma présentant la ville géographiquement

Sources : réalisé par BRARD MARIE sur illustrator – 2020-2021

Annemasse connait un fort développement urbain depuis les années 1950. Après 1950, le développement continu de par la diversification de ses activités et le nombre croissant de frontaliers travaillant sur Genève.

En parallèle, plusieurs plans d'urbanisme sont mis en œuvre mais la ville identifiable par un centre structuré se créée réellement grâce au POS de 1975. Depuis, la ville d'Annemasse se développe et se densifie rapidement.

Le Plu d'Annemasse permet un vrai travail sur la forme de la ville alors qu'elle est en constante évolution.

Nous pouvons présenter les trois principales zones du PLU de la ville d'Annemasse qui sont la Zone UA, UB et UC, nous permettant de comprendre comment se construit le tissu urbain de la ville.

Nous avons tout d'abord la Zone UA, qui est une zone urbanisée du centre-ville à dominante d'habitat collectif. Le règlement de la zone UA permet de développer dans le centre-ville historique et économique, une mixité des fonctions, ainsi qu'un renouvellement et une densification du bâti existant. Le règlement indique pour l'implantation des constructions par rapport aux limites séparatives une distinction de trois bandes de règles et de dispositions différentes. Une bande de 16 mètres, une bande comprise entre 16 et 24 mètres, et une bande au-delà des 24 mètres. La question du stationnement a été traité avec une grande attention pour permettre des opérations avec beaucoup plus d'espaces végétalisés et d'espaces perméables, ainsi qu'importe le secteur, 100% des places de stationnement doivent être réalisées en sous-sol. Ces deux mesures permettent la préservation des cœurs d'îlots en espaces verts.

Nous avons ensuite la Zone UB, qui est une zone urbanisée de densité moyenne constituée en majorité de maisons individuelles et de petits collectifs. Le règlement de la zone UB est établi de façon à ne pas faire évoluer la zone mais plutôt à maîtriser sa densification pour pouvoir sauvegarder l'identité et la morphologie urbaine de la ville. Nous pouvons rappeler que le règlement trouve ici un enjeu important puisque 80 % des permis de construire actuels sont déposés en zone UB.

Et nous avons enfin la Zone UC, qui est une zone urbanisée à dominante d'habitat pavillonnaire représentant l'identité annemassienne de par ses formes architecturales. Le règlement de la zone UC constitue un outil de sauvegarde du patrimoine d'habitat pavillonnaire annemassien restant. On dénombre actuellement 758 maisons sur la commune. Les terrains font cependant quotidiennement face à une forte pression foncière et immobilière. Le règlement préserve ainsi le tissu existant et permet l'apparition de nouvelles constructions s'insérant harmonieusement dans le paysage et respectant les hauteurs et gabarits du foncier existant. Pour faire face à l'étalement urbain et pour densifier de façon douce et raisonnée, une alternative est mise en place sur ce secteur, la démarche se nomme le BIMBY. BIMBY signifiant build in my back yard – construire dans mon jardin. Cette démarche offre la possibilité aux propriétaires de faire évoluer leur patrimoine foncier.

Ces trois zones montrent l'étendu du tissu d'habitat de la ville, cependant une dernière zone à vocation économique nous intéresse également ici, il s'agit de la zone industrielle se situant à l'est de la ville.

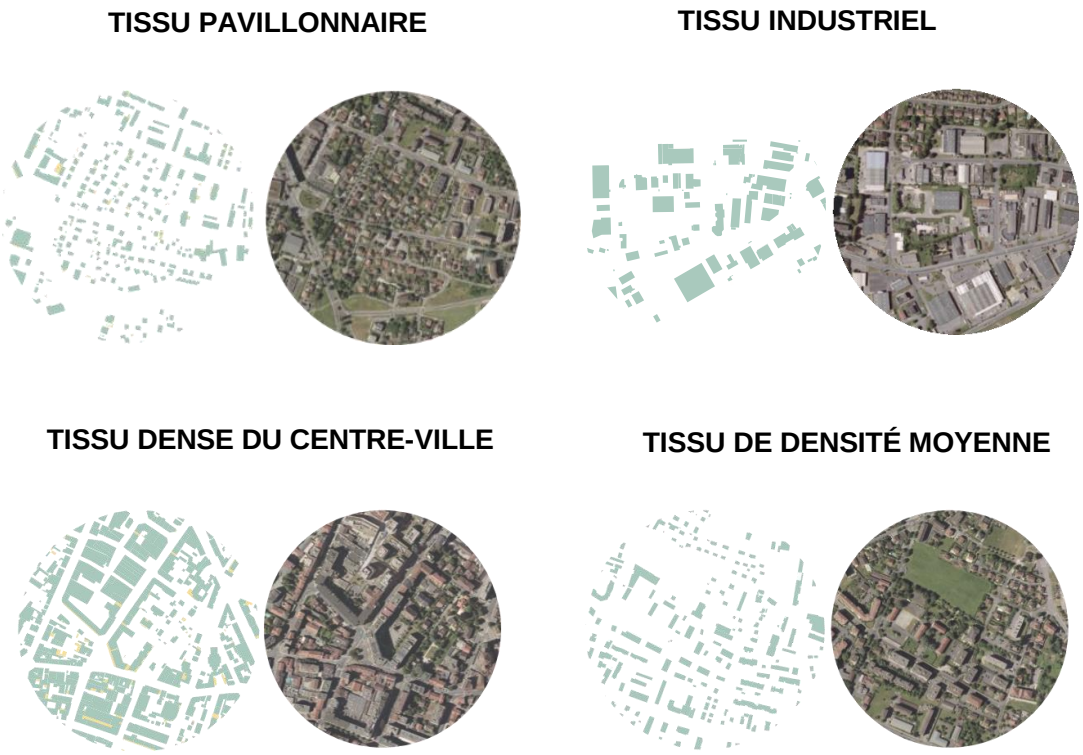


Figure 47 : Différents tissus de la ville d'Annemasse

Sources : réalisé par BRARD MARIE sur Illustrator, ressources : Google map et géoportail

Actuellement, le souhait de la commune est de maîtriser son développement foncier et de favoriser la mutation ou la densification de son territoire. Annemasse étant déjà très urbanisé, l'extension urbaine est très limitée et doit être encadrée. Des mesures dans le règlement du Plu sont donc prises pour favoriser une urbanisation mettant plus en avant la végétation et la protection du patrimoine végétal existant.

Des mesures en faveur des toits sont mises en place dans le règlement. Par exemple, l'implantation de toitures végétalisées pour les toitures terrasses de plus de 25m² ou bien l'ajout d'un dispositif de production d'énergie solaire dans les opérations d'ordres privées. Les toitures végétalisées doivent être constituées d'une épaisseur de terre de 20cm minimum.

Dans un deuxième temps, pour savoir si un développement plus vertical de la ville d'Annemasse était possible, j'ai effectué un relevé de tous les toits plats ou terrasses présents dans le tissu du centre-ville et de la zone industrielle. En effet, le souhait de la ville étant de ne plus densifier en zone pavillonnaire j'ai préféré concentrer mes recherches dans ces deux secteurs. De plus, les zones pavillonnaires signifiées en UC dans le Plu sont souvent peu propices à un aménagement en toiture puisque le

toit se présente souvent à deux pans ou plus. Je n'ai en revanche pas pu prendre en compte le pourcentage de pente exacte de ces toits ni déterminer de façon précise leur revêtement. J'ai repérer ces toits terrasses grâce à l'outil Google Earth qui permet d'observer la ville vu d'en haut, et je les ai par la suite inscrits sur plusieurs cartes par secteur. Ces cartes m'ont permis d'observer que l'on compte significativement plus de toits terrasses dans la zone industrielle. En effet, ces grandes surfaces commerciales consommant de nombreux mètres carrés d'espaces au sol dégagent tout autant de surface sur leurs toits. On retrouve également des toits terrasses dans les zones UA et UB.

Des toitures terrasses aménagées existent déjà sur la commune, nous les retrouvons principalement dans les nouvelles constructions de logements privés collectifs.

Ainsi, le nouveau quartier de la Gare dispose de plusieurs bâtiments avec des toits terrasses intégrant du végétal et des panneaux solaires. Le nouveau quartier de Chablais Parc possède également des toitures végétalisées.

Nous retrouvons également des toitures transformées en terrasses aménagées telles qu'au 2 Rue Alfred Bastin ou bien au 2 Avenue du Giffre.

Pour ce qui est d'ordre public, nous observons des toitures végétalisées et des panneaux solaires sur le toit de la maison des sports qui est un bâtiment appartenant à la commune, cependant le toit n'est pas accessible au public.

Le seul aménagement public en toiture est à venir, il s'agit d'un square suspendu qui sera installé au cœur du quartier de Chablais Parc.

QUARTIER DE CHABLAIS PARC

QUARTIER DE LA GARE

2 RUE ALFRED BASTIN

2 AVENUE DU GIFFRE

MAISONS DES SPORTS

Figure 48 : Photos aériennes provenant de Google Earth

BÂTIMENT EN TOIT TERRASSE

BÂTIMENT NE DISPOSANT PAS DE TOIT TERRASSE

GARE

MAIRIE

PARC DE MONTESSUIT

MAISON DES SPORTS

GALERIE GÉANT

AÉRODROME

ROUTE DE THONON

SECTEUR DU PERRIER

Ainsi nous pouvons proposer une mise en situation de réaménagement d'un toit d'un bâtiment de la zone industrielle et d'un bâtiment du centre-ville.

Dans un premier temps, j'ai choisi le bâtiment de la Galerie Géant pour le réaménagement d'un toit d'un bâtiment situé en zone industrielle. En effet, ce bâtiment est le plus imposant de la zone industrielle, il consomme beaucoup d'espace au sol et en propose autant en toiture.

De plus ce bâtiment dispose déjà d'un parking sur son toit ce qui nous permet d'affirmer que la structure du bâtiment permettrait d'accueillir un espace sur le toit restant, et que l'accès depuis le rez-de-chaussée est déjà possible.

Dans un projet futur, ce toit pourrait être ouvert au public et pourrait servir de support à la culture du houblon. En effet, comme c'est le cas dans de nombreuses villes, et notamment à Paris, le houblon peut pousser sur les murs des bâtiments ou sur toutes surfaces verticales. Ici il pourrait être implanté au sein des espaces végétalisés sur le toit. Le toit pourrait ainsi être aménagé en large terrasse. Cette dernière accueillerait un espace de restauration proposant entre autres une bière locale créée à partir du houblon récolté sur le toit de la Galerie Géant.

Un espace de détente avec un aménagement lié à l'eau telle qu'une fontaine et des bains de soleil accompagneraient ces aménagements. Des espaces végétalisés sur les bords de la toiture pourraient être aménagés dans l'optique de recréer des espaces d'ilots de fraicheur en plus de la culture du houblon. Sur une grande partie adjacente au parking il pourrait être crée un jardin en végétation extensive permettant de végétaliser l'espace avec des sujets de grandes tiges et une végétation plus abondante. Ce parc en toiture permettrait de réfléchir davantage les rayons du soleil et de réduire ainsi les ilots de chaleur urbains.

Cet espace pourrait être traversé par un cheminement piéton accompagnant l'usager jusqu'à un espace de halte donnant sur le parc. L'accès au toit se ferait par la rampe existante pour les voitures et par un ascenseur et un escalier donnant sur le toit pour les piétons. Les parkings en toitures resteraient en lieu et place pour garder l'offre de place nécessaire à l'activité commerciale, cependant elles pourraient être repeintes en blanc pour réfléchir la chaleur

Figure 49 : Parcelle de la Galerie Géant et délimitation du toit projet

Figure 50 : Toit en projet et situation urbaine

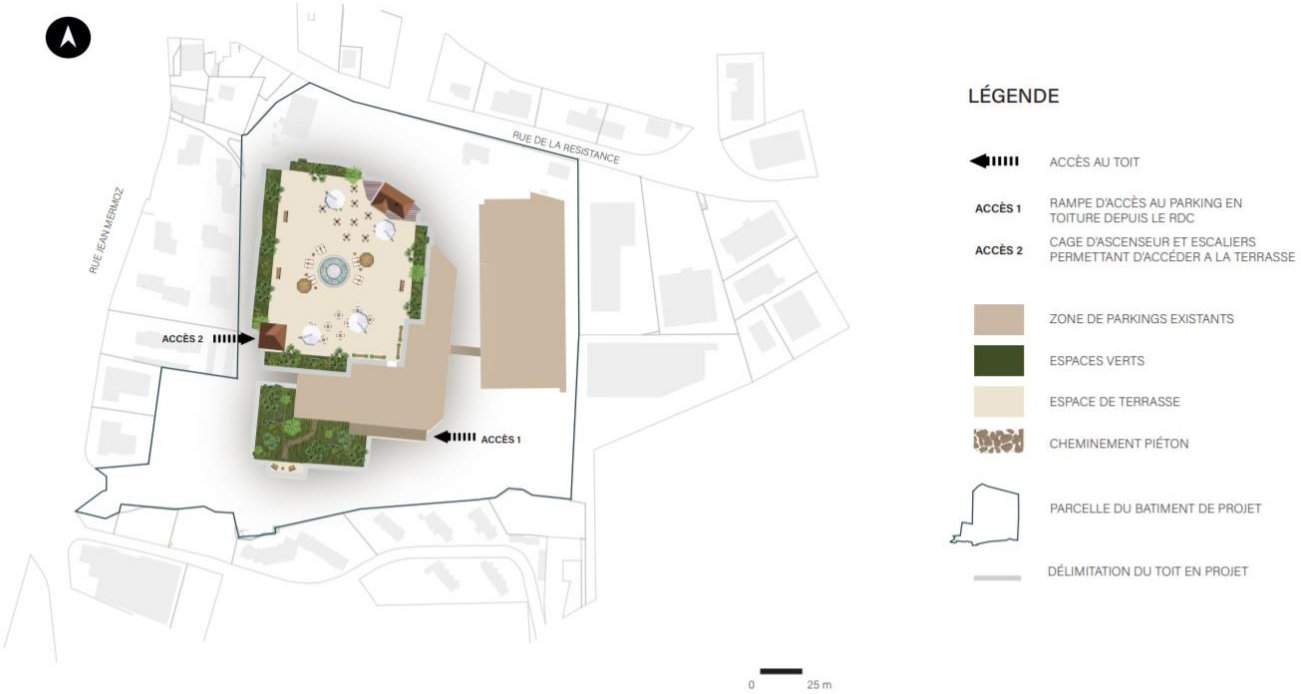


Figure 51 : Plan Masse du projet possible pour la Galerie Géant

PARIS, UNE REFERENCE POUR LA CULTURE DU HOUBLON

Le toit de l'Opéra Bastille est un bon exemple pour la culture en toiture du houblon. L'Opéra Bastille accueille sur son toit la startup *Topager* qui y cultive des légumes et également du houblon destiné à produire de la bière locale. Les récoltent obtenues sont ensuite redistribuées au personnel de l'opéra, aux habitants du quartier et aux restaurateurs à proximité. Une micro brasserie est installée au sein de l'opéra pour pouvoir brasser une bière locale grâce au houblon produit.[81]

Figure 52 : Toit de l'Opéra Bastille

Sources : https://www.parisculteurs.paris/fr/actualites/1532-les-cultures-prennent-place-sur-lopera-bastille.html

[81] « Les cultures prennent place sur l'Opéra-Bastille » article du 13 juin 2018 du site les Parisculteurs <https://www.parisculteurs.paris/fr/actualites/1532-les-cultures-prennent-place-sur-lopera-bastille.html

Dans un deuxième temps, j'ai choisi le toit d'un bâtiment situé rue des Vétérans pour le réaménagement d'un toit situé en centre-ville. Ce bâtiment placé en plein cœur du centre-ville d'Annemasse, près de l'hôtel de ville, propose un large toit terrasse représentatif des toits que l'on peut retrouver en zone UA.

Dans un aménagement futur, ce toit pourrait être rendu accessible aux habitants de l'immeuble. Il pourrait être réaménagé en lieu d'agriculture urbaine comprenant des bacs de compost et des bacs de plantations diverses telles que des herbes aromatiques ou de petits légumes. Une autre partie du toit serait dédié à une prairie fleurie et des panneaux solaires.

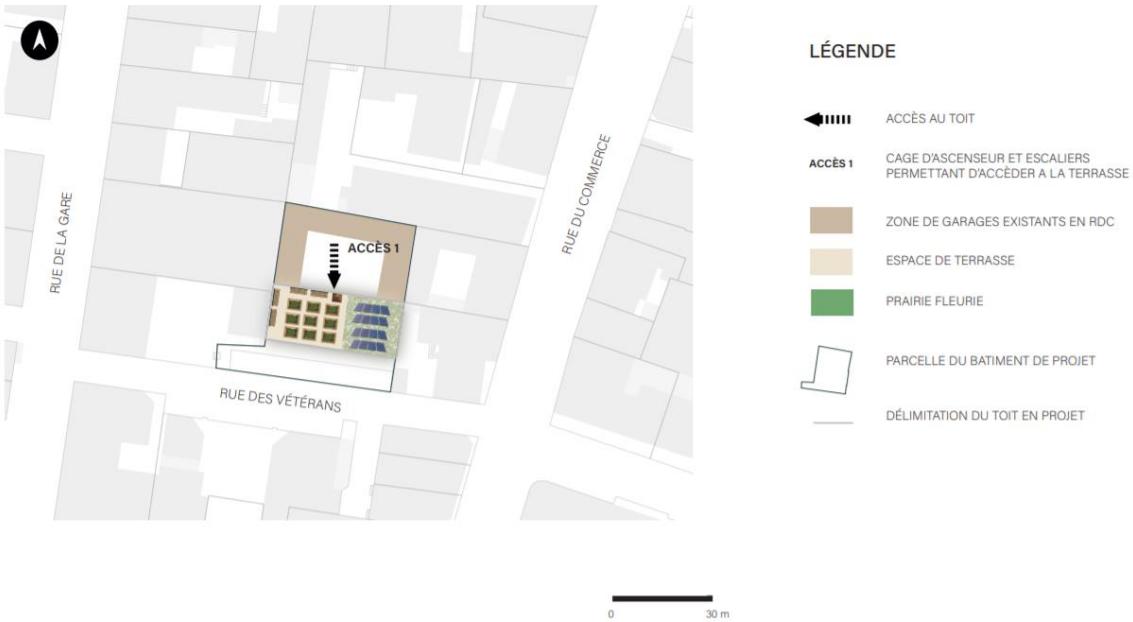
L'accès au toit se ferait par un ascenseur et un escalier.

Cet aménagement en toiture permettrait d'offrir une production de produits maraichers locaux et une production d'électricité pour les habitants de l'immeuble tout en réduisant le ruissellement des eaux de pluie et en diminuant les ilots de chaleurs urbains.

Figure 54 : Parcelle de l'immeuble et délimitation du toit projet

Figure 53 : Toit en projet et situation urbaine

Figure 55 : Plan Masse du projet possible pour la Galerie Géant



D'autres concepts pourraient être mis en place sur les bâtiments de la ville d'Annemasse. On pourrait par exemple retrouver des jardins pédagogiques sur les toits des écoles primaires ou secondaires. Le jardin pédagogique permet aux élèves d'apprendre à cultiver des légumes, des fruits, des herbes aromatiques ou même simplement des fleurs. Il met en avant l'apprentissage des activités de cultures de la terre par des activités ludiques.

NANTES, UNE REFERENCE D'ÉCOLE AVEC UNE TOITURE AMENAGEE

Le groupe scolaire Aimé Césaire est un bon exemple d'école construite avec une toiture aménagée en jardin. Au sein d'un éco quartier, à ouest de l'ile de Nantes, ce groupe scolaire imaginé par la ville de Nantes, l'Agence *Mabire & Reich* et le paysagiste *Phytolab* a vu le jour en 2012. Le site est composé d'une école maternelle, d'une école élémentaire, d'une crèche associative et d'un centre de loisirs. La particularité est la construction d'un jardin occupant toute la toiture permettant des activités pédagogiques pour les écoliers autour de cet aménagement vert.[82]

Figure 56 : Ecole Aimé Césaire de Nantes

Sources : https://www.phytolab.fr/project/groupe-scolaire-aime-cesaire/

Nous observons, à Annemasse, comme dans beaucoup de villes en France, des phénomènes de dents creuses notamment en centre-ville. Cela offre ainsi un grand potentiel aux opérations de surélévation de bâtiments.

[82] <http://www.capitale-biodiversite.fr/experiences/toiture-vegetalisee-du-centre-scolaire-aime-cesaire

La ville d'Annemasse souhaite favoriser l'investissement de la cinquième façade dans les bâtiments des nouvelles opérations de construction pour tenter d'accéder à un meilleur bilan énergétique. Les solutions favorisées sont ainsi celle des toitures végétalisées et l'installation de panneaux solaires. Cependant, si la ville souhaite se densifier sans s'étaler, il lui faudra penser à d'autres alternatives et ainsi pourquoi ne pas se densifier verticalement et occuper ses toits. Pour ce faire, lancer des appels à projet comme c'est le cas à Paris ou proposer des subventions comme aux Pays Bas, pourraient être un moyen pour que les habitants et les associations se réapproprient les toits.

La Règlementation en vigueur pour l'aménagement des toits

Aménager la toiture comme un réel espace répond aux problématiques actuelles de densification des villes de façon verticale.

Cependant, cet aménagement sous-entend des difficultés liées à la gestion, à l'accessibilité, à l'entretien et à la réglementation.

Selon l'architecte Bruno Rollet interrogé dans un dossier sur les toitures terrasses « *dans la construction neuve privée, il n'y a aucun obstacle technique autre que la volonté du maître d'ouvrag*e ».

Selon Christiane Blancot, responsable du pôle évolution urbaine de l'Apur interrogé dans le même dossier *«il est beaucoup plus simple de créer un lieu privé qu'un espace public en toiture »*

Ainsi, si pour un espace privé tout semble assez simple, quand l'espace créé s'ouvre au public, la réglementation auquel il est soumis change et devient celle applicable aux ERP, établissement recevant du public. Cette réglementation peut alors devenir contraignante en termes de sécurité incendie notamment.

Si l'on prend le cas de la toiture de l'opéra d'Oslo présenté précédemment, le bâtiment a pu bénéficier d'une dérogation grâce à son classement comme œuvre artistique pour pouvoir inviter à la promenade sur son toit. [83]

Selon Le guide de préconisations relatif aux dispositions prévues pour l'aménagement de toiture terrasses du 14 février 2017, édité par la préfecture de Police de Paris et la direction des transports et de la protection du public

Si une toiture terrasse aménagée comporte des volumes clos, des ascenseurs, ou bien encore des locaux technique ou destinés à un usage agricole, alors la toiture est soumise à la réglementation incendie au sens où elle représente un dernier niveau.

De plus, lorsqu'une toiture terrasse se trouve ouverte au public elle relève de la réglementation des Etablissements Recevant du Public (ERP). Ce qui la contraint notamment en termes d'installations technique ou de moyens de secours. Elle doit aussi répondre aux contraintes d'accessibilité aux personnes en situation de handicap en étant desservie par un escalier mais aussi par ascenseur ou une plate-forme élévatrice suivant le niveau d'accès.

Le toit terrasse doit également respecter des effectifs d'accueil de public. Par exemple « *pour les espaces de culture : 1 personne par 5 m² des surfaces accessibles au public*

[83] « La toiture-terrasse : un nouvel espace urbain à conquérir » dossier de décembre 2012 <http://www.etancheite.com/Files/pub/Fede_N05/AUTO_MI_8641_CONTENU_8641/9d5a03ac3e784c07843f1b2ce4fb9509/EDIT/ETANCHEITE_INFO_36_DOSSIER.pdf

(hors parties plantées ») ou bien encore *« pour les jardins-publics : 1 personnes par 5 m2 des surfaces accessibles au public »*

La limite du privé / public pour l'aménagement en toiture

La limite de l'appropriation de la cinquième façade pour créer de nouveaux lieux et espaces publics est le fait que la plupart des immeubles érigés en ville sont d'ordre privé.

La difficulté de l'aménagement des toitures d'immeuble privé est qu'ils deviennent par la suite des espaces semi-publics. Cela devient dans une certaine mesure difficile d'envisager le fait de créer des espaces sur le toit d'ordre public alors que le reste du bâtiment est privé. Notamment lorsque ces manipulations sont faites des années après la construction du bâtiment.

De plus, les règlements de copropriété ne rendent pas plus simple l'aménagement de la cinquième façade alors que les copropriétés présentent un fort potentiel en terme de végétalisation des toitures.

L'absence de la rue pour rejoindre les espaces publics en toiture

Investir les toits semble être une solution à biens des questionnements, cependant cela reste encore relativement des lieux inaccessibles.

En effet, les toits aménagés posent un problème de taille dans l'idée que l'on se fait de l'espace urbain classique, à savoir le fait qu'ils n'ont pas de communication directe entre eux, il n'y plus la rue pour relier les espaces entre eux.

Selon le Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement de Pierre Merlin et Françoise Choay, la rue est *« un élément essentiel de toutes les cultures urbaines, depuis l'Antiquité, elle y présente des aspects et y joue des rôles différents.»* [84]

Redescendre dans la rue demeure donc l'action obligatoire pour se rendre d'un toit à l'autre ce qui pose une certaine limite. En effet, se déplacer de toits en toits comme on le ferait d'une place à une autre est impossible actuellement.[85]

L'absence de rue pour accéder aux toitures modifie les circulations physiques.

Lors du colloque international sur la ville verticale de novembre 2015 à l'Université Lyon2, il a été question de l'accès aux toits. Selon les propos énoncés dans le colloque l'accès à la toiture n'est pas aussi libre que la rue, il est restreint, et cela pose la

[84] « Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement », définition de la rue, de Pierre Merlin et Françoise Choay pages 685-686

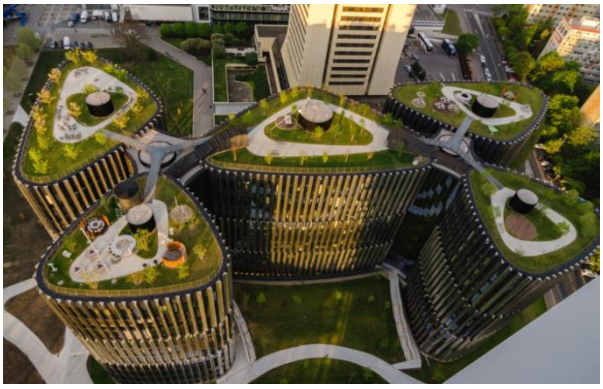
[85]« Investir les toits, une méthode à réimaginer ? » article du 5 février 2020
< https://www.demainlaville.com/investir-les-toits-une-methode-a-reimaginer/

question de l'accessibilité pour tous à la ville. Ces lieux publics sur les toits peuvent créer un phénomène d'entre-soi, de sécurisation et de contrôle de l'espace urbain.[86]

C'est une nouvelle façon de penser nos déplacements. Nous sommes habitués à emprunter l'ascenseur ou l'escalier pour nous rendre en sous-sol ou dans des étages, accéder au métro ou aller travailler dans une tour. Cependant, il est beaucoup plus rare de devoir emprunter un escalier ou un ascenseur pour se rendre dans un espace public sur un toit. Les espaces publics étant dans nos imaginaires le plus souvent relier par la rue au niveau du sol. Une grande réflexion est ainsi à faire sur l'adaptation et l'accessibilité de nos tissus urbains actuels aux nouvelles propositions de vie en toitures et au développement urbain vertical.

Certains projets comme celui de l'Intensive Green Roof en République Tchèque nous proposent de rejoindre les toits de tours différentes par des passerelles suspendues mais cela reste le choix de la rareté pour le moment.

INTENSIVE GREEN ROOF EN REPUBLIQUE TCHEQUE



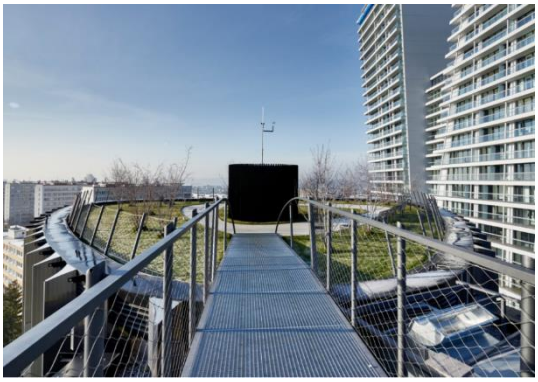


Figure 57 : Intensive Green Roff en République Tchèque

Sources : https://efb-greenroof.eu/work/extensive-green-roof-czech-republic3/

Les difficultés liées à l'entretien de ces espaces en toiture

La végétalisation de la cinquième façade engage une difficulté supplémentaire qui est celle de leur entretien. L'entretien comprend la préservation de la toiture, de l'étanchéité et de la végétalisation. Bien que les toitures végétalisées demandent un entretien réduit d'une à quatre fois par an, l'arrosage de ces toitures vertes est tout de même recommandé pour maintenir une couverture végétale importante et de qualité. En vertu du fait que les plantes en toiture n'ont pas accès à des nappes d'eau dans le sol, l'arrosage est indispensable pour la pérennité du site. Dans certaines localisations,

[86] D. Vivre ensemble dans la ville verticale : solidarités, entre-soi, contrôle < https://villeverticale.sciencesconf.org/

les toitures vertes demandent un système d'arrosage automatique pour que la couverture végétale survive aux fortes températures estivales.[87][88]

Bien souvent l'arrosage et l'entretien de la toiture est négligé et entraîne le mauvais développement de la biodiversité.

La question de qui s'occupe de l'entretien de ces toitures est ainsi une question centrale. Pour les toitures d'immeubles privés, l'entretien des espaces extérieurs est financé le plus souvent par une société externe travaillant pour la copropriété. Cependant, il peut également être entretenu par les habitants de l'immeuble ou par une association suivant l'activité qui est faite en toiture. En effet, une toiture avec une couverture végétale extensive demande un entretien moindre et peut être installée en toiture inaccessible au tout public. Ainsi dans ce cas l'entretien doit être effectué par une société spécialisée. Dans le cas d'une toiture proposant une agriculture urbaine en toiture, l'entretien peut être fait par une association par exemple qui s'occupe de l'arrosage et de la récolte de la production.

Pour les toitures de bâtiments publics, l'entretien est effectué par la municipalité.

Cependant nous pouvons nous questionner sur la mise en place de lieux publics sur des toits de bâtiments privés. Nous pouvons nous demander qui s'engage alors à entretenir ces espaces.

Une logistique compliquée pour l'agriculture en toiture

L'agriculture en toiture pose certains problèmes d'accès aux toits notamment pour les questions de transport des matériaux et des productions. De plus, les produits sont cultivés en petites quantités et ne peuvent ainsi être vendus que dans des commerces de petites envergures ou des restaurants intéressés par le projet.

Le zonage peut être un problème pour l'obtention de permis pour les fermes sur les toits.

Le prix du foncier en toiture en ville peut être aussi beaucoup plus coûteux qu'en milieu rural, ce qui peut être un frein à ce type de projet si ils sont mal encadrés.

Ainsi il reste difficile de dégager un réel profit de la vente de production de toiture une fois ces frais déboursés.[89]

---

[87] « Investir les toits, une méthode à réimaginer ? » article du 5 février 2020
< https://www.demainlaville.com/investir-les-toits-une-methode-a-reimaginer/

[88] « Toiture végétalisée et entretien »
<http://www.vegetalid.fr/en-savoir-plus-sur-la-vegetalisation/toiture-v%C3%A9g%C3%A9talis%C3%A9e-et-entretien.html

[89] « Les fermes verticales : développement et implication de la ville verticale » article du 07 janvier 2020
< https://agriurbain.hypotheses.org/4491

Une mauvaise image dans l'imaginaire collectif

En France, l'architecture verticale est encore largement soumise à une mauvaise image.

En effet, le prisme d'une urbanisation verticale signifie pour nombre d'entre nous l'entassement, la promiscuité et le manque d'intimité et d'espaces verts. Bien souvent en référence aux grandes tours de logements sociaux peu qualitatifs et aux banlieues. Les habitants se plaignent du manque d'ouverture sur les paysages que promet une urbanisation verticale et du sentiment d'étouffement qu'il peut induire. Il nous faut donc rendre la verticalité plus accessible et plus attirante aux yeux de l'usager en trouvant un compromis en horizontalité et verticalité.[90] Il faut savoir respecter une densité relativement acceptable aux yeux des citoyens pour ne pas isoler, enfermer, par des hauteurs démesurées.

La densité verticale requestionne également l'habitabilité actuelle des grandes villes et ce que recherche actuellement les familles. En effet, les ménages avec enfants souhaitent le plus souvent, lorsque leurs moyens le permettent, s'éloigner du centre-ville pour acquérir une maison avec un jardin. Il faut donc repenser une ville verticale agréable et profitable en termes d'espaces verts.

Les toitures vertes dans les opérations immobilières

Le toit est la façade bien souvent oubliée dans les opérations immobilières. Pourtant, le toit peut être un lieu à part entière, il peut être investit et aménagé. Ces dernières années des réglementations notamment dans les Plu voient le jour pour tenter de reverdir nos toits et nos villes par le même biais avec, par exemple, les toitures végétalisées sur les toits plats. Cependant, ces opérations se font bien souvent à la marge et plus par obligations pour le constructeur que par réelle envie de renaturer le bâtît.

Il faudrait inciter largement à la végétalisation des toitures plates par les outils réglementaires. Dans *l'Étude sur le potentiel de végétalisation des toitures terrasses à Paris* de l'Apur, nous apprenons que, selon un bilan de la ville de Chicago sur les toitures végétalisées observant ces dix dernières années, 90% des motifs de végétalisation des toitures sont dus à la réglementation imposée. 5% ont pour motif d'avoir reçu une compensation financière et seulement 3 % l'ont mis en place par conviction personnelle.[91] Ces chiffres démontrent bien l'importance de mettre en place

[90] « La ville verticale, un modèle (in)désirable ? » article du 21 juin 2018
< https://citylinked.fr/la-tribune-de-sybil-cosnard/ville-verticale-modele-indesirable/
[91] « Etude sur le potentiel de végétalisation des toitures terrasses de Paris » par l'APUR en avril 2013
< https://www.apur.org/sites/default/files/documents/vegetalisation_toitures_terrasses.pdf

des réglementations ou des subventions pour promouvoir et aménager largement la cinquième façade.

Il serait opportun de prendre en considération autant l'aspect qualitatif de la végétation en toiture que l'aspect quantitatif que l'on impose dans les règlements. En effet, il conviendrait en fonction des lieux d'implantation et des hauteurs de bâtiment de favoriser plus ou moins de végétalisation en toiture.

Une démocratisation de la toiture végétalisée reste à faire

Il y a une mauvaise connaissance des bénéfices que peuvent apporter une toiture végétalisée malgré les nombreuses chartes que les sociétés ou les collectivités tentent de mettre en place. Il faudrait une sensibilisation active aux questions de développement durable en ville aussi bien vis-à-vis des architectes, des promoteurs immobiliers, que des particuliers. Il s'agit de démocratiser l'investissement de la cinquième façade par des échanges, des guides ou bien des formations.

A travers ma réflexion et mes recherches je peux dire que l'aménagement de la cinquième façade et le développement d'une urbanisation plus verticale permettent de répondre au défi de la densification urbaine. Par l'aménagement des toits nous pouvons imaginer une ville moins étalée et ainsi moins de déplacements polluants pour de grandes circulations interurbaines.

Ces nouveaux belvédères urbains proposant une vue panoramique et imprenable sur la ville attirent les populations. Ils sont vecteurs de nouveauté et de mieux-vivre en ville. Ces espaces auparavant inatteignables et peu mis en avant sont aujourd'hui une niche de projets pour le devenir des villes et le renouvellement urbain.

L'aménagement des toitures végétalisés permet d'abaisser la température en ville, de réduire considérablement les ilots de chaleur urbains, et d'améliorer la qualité de l'air en limitant la pollution. Des défis écologiques qui sont, au-delà d'être des sujets d'actualité, une réelle nécessité pour le devenir de nos villes.

L'investissement de la cinquième façade par les toitures vertes favorise et enrichie la biodiversité en ville. Ces toitures promettent une certaine reconquête de la biodiversité dans les espaces urbains souvent très minéralisés. Elles permettent le transfert des espèces en milieu urbain en facilitant l'échange entre les milieux A l'heure où les parcs et les espaces verts se font de plus en plus rares dans nos villes, le toit apparait comme une solution qualitative pour créer de nouveaux corridors écologiques.

Ces aménagements verts en toiture compensent par ailleurs notre manque d'espaces perméables et notre croissante artificialisation des sols en retenant les eaux de pluie et en limitant ainsi le ruissellement et les inondations.

De plus, la ville de demain ne peut pas faire l'impasse sur les aménagements durables pour produire de l'énergie. Les panneaux solaires en toitures sont donc une solution pour que nos bâtiments de demain soient performant énergétiquement et répondent aux réglementations environnementales.

Nous avons également compris que le toit peut devenir par son aménagement et sa réappropriation un espace privé comme public. Afin d'y créer aussi bien des lieux de détente, de récréation, de restauration et donner lieu à de nouvelles formes d'habitat. Nous pouvons alors imaginer se multiplier les projets de places ou de jardins publics en toiture.

L'aménagement du toit terrasse permet le développement de l'agriculture urbaine en toiture. Elle promeut ainsi les circuits cours, l'économie circulaire et surtout l'agriculture urbaine de demain à la portée de tous les citoyens et plus seulement à la portée des habitants des campagnes.

Grâce au cas d'étude sur les toits de la ville d'Annemasse nous comprenons mieux l'enjeu qui se joue dans les zones industrielles de nos villes. Les zones industrielles

sont encore aujourd'hui trop peu végétalisées. Les toits des locaux commerciaux dans ces zones laissent place à autant d'espace en toiture qu'ils en consomment au sol. Il devient donc urgent de penser à de réelles mesures pour végétaliser ou rendre utiles ces surfaces inutilisées.

A travers ce travail de recherches, nous comprenons que le réinvestissement des toitures est un enjeu de taille pour les grandes métropoles comme les moyennes agglomérations. Cependant il faut garder à l'esprit qu'il subsiste des contraintes et des obstacles à l'investissement de la cinquième façade. Il reste à changer les mentalités d'une densification verticale, repenser une réglementation adaptée à ces nouveaux espaces en toiture, repenser les mobilités que la hauteur implique, trouver des moyens de concilier espaces privés et espaces publics et démocratiser le toit comme gain de surface aussi bien à végétaliser, qu'à cultiver ou à aménager durablement.

Il faudrait promouvoir le fait que ça ne soit plus seulement les acteurs institutionnels qui agissent sur les toits par des politiques urbaines mais également les habitants, les associations qui décident d'agir de leur propre chef en faveur de cette démarche. Pour cela informer et éduquer tous les acteurs est essentiel.

Il faut également garder à l'esprit que végétaliser les toits ou surélever les bâtiments des villes ne suffira pas, il faut également continuer de végétaliser les rues, de dégager de la pleine terre, de recréer des espaces verts, pour maintenir de la biodiversité en ville et de ralentir les cadences éfreinées de constructions pour limiter l'artificialisation des sols. Le cout de certaines opérations en toiture peut également subsister comme un frein et ralentir le renouvellement urbain qui pourrait s'opérer. Il reste donc à penser à des solutions de subventions ou d'aides pour certaines opérations.

Ce projet de fin d'étude m'a permis de penser une autre forme de la ville, une ville plus verticale et durable, limitant l'étalement urbain et l'artificialisation des sols. Cela m'a permis de connaître les solutions qui s'offrent à nous en tant qu'urbanistes pour aménager la cinquième façade de nos villes, pour qu'elles répondent aux enjeux écologiques et humains de demain. Ce projet m'a donné des clefs pour imaginer une ville formée de vert, proposant des îlots de verdure, à différentes hauteurs, synonyme de bien-être pour l'habitant et d'une amélioration de la qualité de vie en ville. J'ai pu observer que d'autres formes d'habitats privés et de lieux publics étaient possibles. J'ai compris qu'en fin de compte lorsque l'on parle de la ville tous les sujets sont corrélés, j'ai compris qu'en densifiant nos centre-ville par de l'urbanisme endogène telles que les surélévations, nous pouvions espérer limiter l'étalement urbain et ainsi par ce biais limiter l'utilisation de la voiture. Habiter, circuler, visiter, consommer, produire, cultiver, se divertir ou bien encore travailler est aujourd'hui possible sur nos toits. La rareté du foncier et les ambitions écologiques nous poussent à envisager l'investissement de la cinquième façade comme une porte ouverte sur l'avenir en matière d'architecture et d'urbanisme.

BIBLIOGRAPHIE

SOURCES D'ARTCLES

« La surface des villes pourrait être multipliée par six d'ici 2100 » article du 24 mai 2020 par Nathalie Mayer

< *https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/developpement-durable-surface-villes-pourrait-etre-multipliee-six-dici-2100-34842/*

« Artificialisation des sols » article du 24 juillet 2020

< *https://www.ecologie.gouv.fr/artificialisation-des-sols*

« L'histoire du toit et de la toiture, ou comment tout a commencé … » article du 24 mai 2016

< *https://www.derbigum.fr/blog/l-histoire-du-toit-et-de-la-toiture-ou-comment-tout-a-commence/*

« 6 matériaux pour abriter le monde entier » article du 04 décembre 2018

< *https://www.toitureparisienne.com/blog-culture-toiture/tag/histoire*

« Projet de loi portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets » du 04 mai 2021, du site internet Vie-publique.fr réalisé par la Direction de l'information légale et administrative rattachée aux services du Premier ministre.

<https://www.vie-publique.fr/loi/278460-loi-climat-et-resilience-convention-citoyenne-climat

« Le style international ou Modernisme » article de la plateforme participative Du Grand Art

< *https://www.du-grand-art.fr/arts-decoratifs/moderne/international/*

L'ARCHITECTURE DU XXème SIECLE Nouveaux matériaux, nouvelles techniques, nouveaux objectifs, PDF du site académia

< *https://www.academia.edu/32077282/L_architecture_du_xx_eme_siecle_*

« Le Monde — La Cité Radieuse prend l'art » article de Luc Leroux de mai 2013

< *https://mamo.fr/2013/05/le-monde-la-cite-radieuse-prend-lart/*

« Qu'est ce que MAMO ? » article du site internet MAMO

< *https://mamo.fr/historique/*

« LA COULÉE VERTE RENÉ-DUMONT (PROMENADE PLANTÉE DE PARIS) » article de présentation du projet par l'architecte Philippe Mathieux

< *https://www.philippemathieux.com/promenade-plantee-paris-coulee-verte-rene-dumont*

"The Inside Scoop on New York City's Highline Park" article de Jonathan Broder

< *https://www2.law.temple.edu/10q/inside-scoop-new-york-citys-highline-park/*

« Les toitures deviennent des espaces publics » article du 6 novembre 2009

< *https://www.lemoniteur.fr/article/les-toitures-deviennent-des-espaces-publics.616014*

«Investir les toits, une méthode à réimaginer ? » article du 5 février 2020

< *https://www.demainlaville.com/investir-les-toits-une-methode-a-reimaginer/*

« PARIS : UNE PATINOIRE SUR LE ROOFTOP DES GALERIES LAFAYETTE » article du 25 septembre 2019

< *https://www.sortiraparis.com/actualites/noel-et-fetes/articles/198503-paris-une-patinoire-sur-le-rooftop-des-galeries-lafayette*

« L'Opéra d'Oslo : veuillez marcher sur le toit » article du site internet visitnorway

< *https://www.visitnorway.fr/destinations-norvege/region-est/oslo/opera/*

« Les toitures deviennent des espaces publics » article du 6 novembre 2009

< *https://www.lemoniteur.fr/article/les-toitures-deviennent-des-espaces-publics.616014*

« Les toits les plus insolites du monde » article du 22 novembre 2018

< *https://travel.lebonbon.fr/inspirations/les-toits-les-plus-insolites-du-monde/*

« VISITER LA CASA MILA (OU PEDRERA) DE BARCELONE : INFOS & RETOUR D'EXPÉRIENCE » article du site internet hashtagvoyage

< *https://www.hashtagvoyage.fr/visiter-casa-mila-barcelone/*

« Découvrez le rooftopping, le sport le plus dangereux du monde » article du 13 mars 2014

<https://sport.gentside.com/insolite/decouvrez-le-rooftopping-le-sport-le-plus-dangereux-du-monde_art43550.html

« Plus de correspondances en ville pour combler le dernier kilomètre » article de Urban Hub

< *https://www.urban-hub.com/fr/smart_mobility/dernier-km-ascenseurs-escaliers-et-trottoirs-roulants/*

« SkyView » article du site internet gocity

< *https://gocity.com/stockholm/fr-us/attractions/sky-view*

« Surélévation à Paris : retour d'expérience » article du site internet BAMARCHI

< *https://www.bam.archi/magazine/surelevation-paris-experience*

« La surélévation à Paris » article du site internet second souffle

< *https://secondsouffle.co/index.php/surelevation-paris/*

« 3 MAISONS EN BOIS EN ROOFTOP D'UN IMMEUBLE AMÉNAGEMENT & DÉCORATION PARIS, 13ème » article de présentation du projet du site internet MB architecture d'intérieure

< *https://www.mariebey-architecture-interieure.com/portfolio_page/ohpercherooftop/*

« Des maisons au sommet des HLM (diaporama) » article de Céline Galoffre, du 04 décembre 2012

< *https://www.batiactu.com/edito/maisons-au-sommet-hlm-diaporama-33794.php*

« COLLAGE URBAIN CHAMPIGNY-SUR-MARNE » article de présentation du projet du site Édouard François

< *https://www.edouardfrancois.com/projects/collage-urbain*

« BIOTOPES CREATION Entreprise spécialisée en création et pose de murs et toitures végétalisés » article du site internet Biotope création

< *http://www.biotopescreation.fr/435568718*

« Toitures végétalisées habitat avantages inconvénients » article 30 mai 2015

«*https://www.picbleu.fr/page/toitures-vegetalisees-habitat-avantages-inconvenients#:~:text=Les%20avantages%20d'une%20toiture%20v%C3%A9g%C3%A9talis%C3%A9e&text=D%C3%A9veloppement%20de%20la%20biodiversit%C3%A9.,en%20cas%20de%20fortes%20chaleurs.*

« Des toits blancs à Montréal » article du 18 juin 2019

< *https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/484728/rosemont-toits-blancs*

« Toitures végétalisées habitat avantages inconvénients » article du 30 mai 2015

<https://www.picbleu.fr/page/toitures-vegetalisees-habitat-avantages-inconvenients#:~:text=Les%20toitures%20v%C3%A9g%C3%A9talis%C3%A9es%20apportent%20une,de%20pr%C3%A8s%20de%2040%20dB.

« Leicester va installer 500 abribus végétalisés pour protéger les abeilles » article du 2 juin 2021 par Maxime Delmas

< https://creapills.com/leicester-abribus-abeilles-20210602

« Pays-Bas : Utrecht installe 316 abribus végétaux pour sauver les abeilles » article du 31 décembre 2019

< https://www.lavoixdunord.fr/687831/article/2019-12-31/pays-bas-utrecht-installe-316-abribus-vegetaux-pour-sauver-les-abeilles

« Aroma Zone » article du site Topager

< http://topager.com/portfolio-item/arome-zone/

« La végétalisation des immeubles d'habitation lors des opérations de rénovation » article de l'Agence Parisienne du Climat

< https://www.adaptaville.fr/toiture-vegetalisee

« Architecture et nature : les 25 ans du centre ACROS d'Emilio Ambasz à Fukuoka » article du 10 aout 2020

<https://www.floornature.eu/architecture-et-nature-les-25-ans-du-centre-acros-daemilio-a-15688/

« Les toits les plus insolites du monde » article du 22 novembre 2018

<https://travel.lebonbon.fr/inspirations/les-toits-les-plus-insolites-du-monde/

« Qu'est-ce que l'agriculture urbaine ? » article du 1 mars 2019

< https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/eco-consommation-quest-ce-agriculture-urbaine-4797/

"Les 6 essentiels de l'agriculture urbaine en toiture-terrasse » article du 18 juin 2020

<https://www.lab-recherche-environnement.org/fr/article/les-6-essentiels-de-lagriculture-urbaine-en-toiture-terrasse/#:~:text=Des%20cultures%20sp%C3%A9cifiques%20pour%20nos%20toits&text=Les%20syst%C3%A8mes%20hydroponiques%20choisissent%20g%C3%A9n%C3%A9ralement,%2C%20courgettes%2C%20etc.).

« Technique de l'aquaponie » article du site cueillette urbaine

< https://www.cueilletteurbaine.com/technique-de-laquaponie/

« Paris : la ferme aromatique du toit de Beaugrenelle fournit 250 restaurants » article du 21 septembre 2020

< https://latribunedelhotellerie.com/paris-la-ferme-aromatique-du-toit-de-beaugrenelle-fournit-250-restaurants/

« Énergie Solaire en France | Chiffres-Clés & Sondage (2021) » article du 04 juin 2021

< https://www.insunwetrust.solar/blog/le-solaire-et-vous/sondage-photovoltaique/

« Panneau Solaire | Guide Ultime Pour Les Débutant(e)s » article du 19 mars 2021

< https://www.insunwetrust.solar/blog/le-solaire-et-vous/panneau-solaire/

« Le photovoltaïque destiné aux particuliers souffre d'un manque de démocratisation » article du 06 janvier 2021

< *https://www.bfmtv.com/economie/replay-emissions/hashtag-jmleco/le-photovoltaique-destine-aux-particuliers-souffre-d-un-manque-de-democratisation_AV-202101060168.html*

« Végétalisons nos toitures pour améliorer notre confort, la biodiversité et notre climat » article de Romande Energie du 29 juin 2020

<https://blogs.letemps.ch/romande-energie/2020/06/29/174/

« Les cultures prennent place sur l'Opéra-Bastille » article du 13 juin 2018 du site les Parisculteurs

<https://www.parisculteurs.paris/fr/actualites/1532-les-cultures-prennent-place-sur-lopera-bastille.html

« Investir les toits, une méthode à réimaginer ? » article du 5 février 2020

< *https://www.demainlaville.com/investir-les-toits-une-methode-a-reimaginer/*

« D. Vivre ensemble dans la ville verticale : solidarités, entre-soi, contrôle » dans la présenation d'un colloque sur « LA VILLE VERTICALE – EXPLORER ET PENSER LA DIMENSION VERTICALE DE L'URBANISATION DANS LE CONTEXTE DE MONDIALISATION ET DE CHANGEMENT CLIMATIQUE »

< *https://villeverticale.sciencesconf.org/*

« Investir les toits, une méthode à réimaginer ? » article du 5 février 2020

< *https://www.demainlaville.com/investir-les-toits-une-methode-a-reimaginer/*

« Toiture végétalisée et entretien » article du site internet Vegetalid

<http://www.vegetalid.fr/en-savoir-plus-sur-la-vegetalisation/toiture-v%C3%A9g%C3%A9talis%C3%A9e-et-entretien.html

« Les fermes verticales : développement et implication de la ville verticale » article du 07 janvier 2020

< *https://agriurbain.hypotheses.org/4491*

« La ville verticale, un modèle (in)désirable ? » article du 21 juin 2018

< *https://citylinked.fr/la-tribune-de-sybil-cosnard/ville-verticale-modele-indesirable/*

SOURCES DE DEFINITIONS

« Étalement urbain (urban sprawl) / Expansion urbaine », définition de mars 2020 du site Géoconfluence Ressources de géographie pour les enseignants

< *http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/etalement-urbain-urban-sprawl-expansion-urbaine*

« Densification », définition de mars 2020 du site Géoconfluence Ressources de géographie pour les enseignants

< *http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/densification*

« Urbanisme endogène », définition d'avril 2018 de Claire ARAGAU sur le site géoconfluence

< *http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/urbanisme-endogene*

« Recyclage urbain », définition d'avril 2018 de Claire ARAGAU sur le site géoconfluence

< *http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/recyclage-urbain*

« Définition du toit » par FUTURA MAISON

< *www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-toit-10941/*

« Définition de la toiture » par FUTURA MAISON

< *www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-toiture-10942/*

« Définition de la charpente »par FUTURA MAISON

< *www.futura-sciences.com/maison/definitions/maison-charpente-10577/*

« Techniques Végétalisation » définition du site internet Agamède

< *http://agamede.free.fr/techniqueb2.php*

SOURCES AU FORMAT PDF

< **PDF - « Référentiel de densité et formes urbaines » engagé par le conseil régional D'île de France et la préfecture d'Île de France**

Pressions foncières : quel plan d'actions pour l'Île-de-France Actes de la rencontre Safer île-de-France et IAU île-de-France du 13 décembre 2012, datant de mai 2013 : *<www.iauidf.fr/fileadmin/NewEtudes/Etude_1005/Pressions_foncieres_quel_plan_d_actions_pour_l_IDF.pdf*

Plan du Colloque international « La ville verticale – Explorer et penser la dimension verticale de l'urbanisation dans le contexte de mondialisation et de changement climatique »

< https://calenda.org/ Manuel Appert pour le comité scientifique

PDF « DÉVELOPPER LA SURÉLÉVATION » de Didier Mignery datant de 2020 sur CAIRN

« Guide des toitures végétalisées et cultivées » de la mairie de Paris PDF

« La biodiversité dans les plans locaux d'urbanisme et dans les schémas de cohérence territoriale » PDF

<https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sites/default/files/2019-06/alur_fiche_la_biodiversite_dans_les_plu_et_scot.pdf

FICHE OUTIL METHODE : LE COEFFICIENT DE BIOTOPE par surface (CBS) par l'ADEME PDF

<http://multimedia.ademe.fr/catalogues/CTecosystemes/fiches/outil11p6364.pdf

« Panorama de l'électricité renouvelable » dossier du 31 décembre 2020 réalisé par TECSOL

< *https://tecsol.blogs.com/files/panorama_t4_2020_bd2.pdf*

« La toiture-terrasse : un nouvel espace urbain à conquérir » dossier de décembre 2012

<http://www.etancheite.com/Files/pub/Fede_N05/AUTO_MI_8641_CONTENU_8641/9d5a03ac3e784c07843f1b2ce4fb9509/EDIT/ETANCHEITE_INFO_36_DOSSIER.pdf

SOURCES AU FORMAT VIDEO

« Voyage à Nantes : l'école d'architecture fait son cinéma » vidéo du 17 juin 2014, de la chaîne TéléNantes

< *https://www.youtube.com/watch?v=xoX84M7ZRz0&ab_channel=T%C3%A9l%C3%A9nantes*

SOURCES DE LIVRES

« Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, pages 1 à 9

« Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, pages 12 à 13

« Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, pages 14 à 15

« Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, page 27

Définition « densité » du Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement de Pierre Merlin et Françoise Choay page 236 -237-238

« Habiter les toits « ouvrage de DARMON Olivier, 2018, pages 98 à 99

« Émergence et impacts de l'agriculture urbaine à Cuba » de Janice Argaillot Dans Espaces et sociétés 2014/3 (n° 158), pages 101 à 116

« Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement », définition de la rue, de Pierre Merlin et Françoise Choay pages 685-686

SOURCES D'ETUDES

« Etude sur le potentiel de végétalisation des toitures terrasses de Paris » par l'APUR en avril 2013

< *https://www.apur.org/sites/default/files/documents/vegetalisation_toitures_terrasses.pdf*