

Zéro Artificialisation Nette : Guide pratique

Sous la direction de Robin CHALOT et Corinne LARRUE

*Kahina BOUARABA, Jules BUTTIGNOL, Guillaume FORT, Laetitia GUERTON, Tarek LOUCIF,
Christian Arnold MBIANDA FEUKEU, Cécile PFISTER, Clara PIONNIER, Matthias POLLET*

SOMMAIRE

PRÉAMBULE	p.5
QUI SOMMES-NOUS ?	p.6
REMERCIEMENTS	p.7
AVANT-PROPOS	p.9
PRÉSENTATION DU GUIDE	p.11
ELÉMENTS DE CADRAGE AUTOUR DE L'OBJECTIF ZAN	p.13
ENJEUX DE PROTECTION DES SOLS	p.14
1 - Situation la plus favorable à l'objectif ZAN	p.14
<i>Maintien des ENAF et espaces de pleine terre</i>	<i>p.14</i>
<i>Renaturation des espaces artificialisés</i>	<i>p.14</i>
<i>Amélioration des espaces végétalisés</i>	<i>p.15</i>
2 - Solutions pour artificialiser dans le tissu urbain	p.15
<i>Adaptation de l'existant</i>	<i>p.15</i>
<i>Constructions neuves sur un espace artificialisé ...</i>	<i>p.15</i>
<i>Constructions neuves sur un espace interstitiel peu ou pas artificialisé</i>	<i>p.16</i>

ENJEUX DE CIRCULATION DES EAUX PLUVIALESp.18

1 - Situation la plus favorable à l'objectif ZANp.18

2 - Solutions permettant de réduire les impacts de
l'artificialisation sur la circulation des eaux pluvialesp.19

a - La gestion des eaux pluviales à la sourcep.19

A l'échelle du bâtip.19

A l'échelle de la parcellep.19

b - Les revêtements des solsp.20

Les circulations actives.....p.20

Les circulations routièresp.21

Le stationnement

ENJEUX DE BIODIVERSITÉp.22

1 - Situation la plus favorable à l'objectif ZAN.....p.22

Maintien des ENAFp.22

Maintien des espaces de pleine terre.....p.22

2 - Solutions permettant de réduire les impacts
de l'artificialisation sur la biodiversitép.22

A l'échelle du bâtip.23

A l'échelle de la parcellep.23

ANNEXES (fiches 1 à 17)p.27

PRÉAMBULE

L'Institut Paris Région a demandé aux étudiants du Master 2 environnements urbains de l'École d'Urbanisme de Paris de réaliser une étude sur le rôle des aménageurs dans l'application de l'objectif Zéro Artificialisation Nette (ZAN). En parallèle, Aménagement 77 leur a proposé de travailler sur l'application de l'objectif ZAN dans un cas concret : la ZAC multisites à Fontenay-Trésigny.

Ce travail entre en continuité avec l'atelier des étudiants de l'année dernière, également commandé par l'IPR, qui avait pour objectif de mener une réflexion globale sur la problématique ZAN en Ile-de-France.

La première partie de notre atelier nous a amenés à identifier les difficultés rencontrées par les aménageurs pour atteindre l'objectif ZAN. Cela nous a conduits à élaborer un guide pratique qui vise à accompagner les professionnels de l'aménagement dans la mise en œuvre opérationnelle de cet objectif. Ce guide nous a également aidé pour élaborer des scénarios d'aménagement visant à atteindre l'objectif ZAN dans le cas de la ZAC multisites de Fontenay-Trésigny qu'Aménagement 77 est en charge d'aménager.

Ces deux documents (guide pratique et scénarios) constituent le résultat de la deuxième phase de notre atelier.

QUI SOMMES-NOUS ?

Christian Arnold
MBIANDA FEUKEU

Ingénieur environnementaliste,
apprenti urbaniste

Guillaume FORT
Géographe, apprenti
urbaniste

Tarek LOUCIF
Architecte, apprenti
urbaniste

Mathias POLLET
Géographe, apprenti
urbaniste



Laetitia GUERTON
Géographe, apprentie
urbaniste

Cécile PFISTER
Sociologue, géographe,
apprentie urbaniste

Kahina BOUARABA
Architecte, apprentie
urbaniste

Clara PIONNIER
Écologue, apprentie
urbaniste

Jules BUTTIGNOL
Concepteur paysagiste,
apprenti urbaniste

REMERCIEMENTS

Au nom des étudiant.e.s de l'atelier ZAN 2, et au vu des circonstances actuelles, nous tenions à remercier toutes les personnes qui ont permis le bon déroulement de ce travail.

Particulièrement l'École d'Urbanisme de Paris (EUP) pour nous avoir permis de travailler sur un sujet aussi passionnant. Nous tenons aussi à remercier nos deux encadrants : Monsieur Robin Chalot et Madame Corinne Larrue, pour leur disponibilité, leur conseil, leur accompagnement, leur patience et leur soutien très précieux durant toute l'élaboration de ce travail.

Merci aussi à notre commanditaire de l'Institut Paris Région (IPR), Monsieur Thomas Cormier, de nous avoir accordé sa confiance pour l'élaboration de ce travail. Merci de nous avoir donné l'opportunité de travailler sur ce défi que représente l'objectif ZAN à travers le rôle de l'aménageur.

Egalement, nous remercions les étudiants de l'atelier ZAN 1, le rapport qu'ils ont produit l'an dernier, le travail de cadrage qu'ils ont effectué autour de l'objectif ZAN a éclairé notre compréhension de cet objectif, et nous a permis d'avoir un support de qualité sur lequel nous appuyer.

Nous remercions Aménagement 77 qui nous a permis de travailler sur la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC) multisites Bertaux et Frégy de Fontenay-Trésigny, et de nous avoir fourni des informations complémentaires pour réaliser cette deuxième phase d'étude. Merci, plus particulièrement à Camille Hervé et François Corre.

Enfin, nous tenions notamment à remercier toutes les personnes ayant participé au guide et aux scénarios. Les nombreux échanges que nous avons pu avoir ont été bénéfiques et enrichissants.

AVANT-PROPOS

L'artificialisation des sols participe largement à la dégradation de l'environnement (érosion de la biodiversité, confrontation plus régulière aux risques naturels, changement climatique etc.) Elle provoque la destruction d'habitats naturels et entraîne la diminution du nombre d'espèces végétales et animales. Elle empêche l'infiltration naturelle de l'eau dans le sol (imperméabilisation), augmentant ainsi le risque inondation. L'imperméabilisation favorise également la création d'îlots de chaleur urbains, ce qui participe directement à l'augmentation des températures dans ces zones.

Le plan biodiversité de 2018 a inscrit la lutte contre l'artificialisation des sols dans l'objectif de reconquérir la biodiversité. L'être humain a déjà prélevé des espaces en artificialisant les sols de manière immodérée, qui doivent donc être reconquis par la nature. Il est nécessaire de freiner la consommation des Espaces Naturels, Agricoles et Forestiers (ENAF) pour maintenir les services écosystémiques dont nous dépendons (îlots de fraîcheur urbains, infiltration de l'eau, continuités écologiques etc.). Les services écosystémiques sont définis comme étant les « *biens et services que les hommes peuvent tirer des écosystèmes, directement ou indirectement, pour assurer leur bien-être (nourriture, qualité de l'eau, paysages etc.)* » (DicoAE, 2016). C'est dans ce contexte qu'émerge le concept de « zéro artificialisation nette », dont l'objectif est de « *mettre un terme à l'impact des villes sur la biodiversité et le changement climatique* » (IPR, 2020).

Le but, d'ici plusieurs dizaines d'années, est d'arriver à un niveau stable en matière d'artificialisation. Cela passe par la réduction de la consommation des ENAF et par la compensation écologique.

Certains acteurs de l'aménagement qualifient l'objectif ZAN de paradoxe : comment cesser de construire tout en continuant de répondre aux besoins de la population en termes de logements, d'équipements, de bureaux, de commerces, etc. ?

Or il ne s'agit pas d'une stricte opposition. D'une part, si une loi en matière de réduction de l'artificialisation est progressivement instaurée en France, l'atteinte de l'objectif ZAN n'est pas attendue avant vingt ou trente ans. Avant d'arriver à cette échéance, il reste encore du temps pour anticiper et réfléchir aux meilleures manières de faire ; changer de modèle prend du temps, c'est pourquoi il s'agit surtout de tendre vers l'objectif ZAN afin de laisser aux acteurs qui pensent et fabriquent la ville le temps de mettre en place des solutions viables.

D'autre part, l'objectif ZAN n'interdit pas les nouvelles constructions. Il est en effet possible de compenser (troisième volet de la séquence Éviter, Réduire, Compenser - ERC) la création de constructions nouvelles : pour toute nouvelle emprise artificialisée, un équivalent naturel doit être restauré. Cependant le respect de l'objectif ZAN ne doit pas se résumer à la compensation.

Cette solution ne permet pas de recréer un sol et d'amener une biodiversité dont la qualité est équivalente à celle des ENAF. La formation d'un sol est un processus très long qu'on ne peut reproduire à l'identique.

Que ce soit par la réduction de la consommation des terres ou par la compensation écologique, l'objectif ZAN nécessite de changer les manières de penser l'urbanisme et l'aménagement de l'espace en prônant une sobriété dans la consommation des ENAF. Cet objectif ne doit pas simplement être perçu comme une contrainte mais comme un but à atteindre pour répondre à un intérêt global.

PRÉSENTATION DU GUIDE

Ce guide offre aux professionnels de l'aménagement des solutions concrètes pour tendre vers l'objectif ZAN. Il se divise en deux parties. La première partie vise à faire l'état des lieux de trois enjeux au cœur de la poursuite de l'objectif ZAN : l'enjeu de protection des sols, l'enjeu de circulation des eaux pluviales, et l'enjeu de biodiversité. La seconde partie est constituée de fiches détaillant les solutions techniques identifiées permettant de tendre vers l'objectif ZAN.

Nous avons choisi de commencer par présenter les enjeux de protection des sols, puis ceux de circulation des eaux pluviales et enfin de biodiversité qui en découlent.

Ces trois enjeux, bien que traités séparément, sont complémentaires. Leur présentation au sein de ce guide a pour but de sensibiliser les professionnels aux problématiques environnementales induites par cet objectif. Cet état des lieux permet de guider les professionnels vers les solutions les plus adaptées aux projets sur lesquels ils travaillent selon leurs caractéristiques.

Ce guide comporte donc en annexe 17 fiches présentant les solutions techniques, permettant de tendre vers le ZAN. Le choix des solutions présentées n'est pas exhaustif ; nous avons choisi celles qui nous semblaient les plus pertinentes pour tendre vers l'objectif ZAN. Ces fiches sont présentées selon un même canevas. Elles comprennent : une définition de la solution présentée, ses enjeux, une partie mise en oeuvre

concrète (dimensions technique, économique et juridique), une partie impacts positifs et négatifs (dimensions environnementale et sociale), les acteurs à mobiliser, un ou plusieurs exemples d'application permettant de comprendre concrètement comment elle s'applique dans un contexte donné et des sources pour approfondir le sujet traité. Des encadrés « points de vigilance » permettent d'exposer les limites des solutions, les erreurs à ne pas commettre et les nuances à apporter. Toutefois certaines fiches sont plus synthétiques car elles présentent des solutions connues par les professionnels de l'aménagement et n'ont pas besoin d'être aussi complètes que les précédentes. Chaque fiche est présentée au regard des enjeux auxquels elle répond. Une fiche peut donc apparaître au sein de la présentation de plusieurs enjeux qui y réfère explicitement.

Les solutions présentées ne suffisent pas à résoudre totalement les problèmes de l'artificialisation. Pour certaines solutions le sol est recouvert, la circulation de l'eau est moins possible ou l'apport en biodiversité peut être remis en question. Par exemple, les constructions sur pilotis, si elles préservent le sol et permettent la circulation de l'eau, sont un obstacle pour la biodiversité car les emprises ne reçoivent ni la pluie ni les rayons du soleil.

Certaines des solutions présentées ne permettent pas de répondre directement à l'objectif quantitatif du ZAN en termes de surface occupée.

Cependant ces solutions ont des apports non

négligeables en termes d'amélioration de la qualité écologique des espaces et des écosystèmes, ce qui concourt à rendre un projet plus vertueux.

Ce guide vise à privilégier les deux premières mesures de la séquence ERC : éviter et réduire. De nouvelles constructions sont-elles réellement nécessaires ? Quelles potentialités peut-on mobiliser dans l'existant pour éviter de construire ? Quel type d'espace doit-on prioriser pour limiter les impacts négatifs sur l'environnement ? Par exemple, il est préférable d'aménager des friches commerciales déjà imperméabilisées et viabilisées plutôt que des ENAF. Si aucune friche artificialisée n'est disponible, il est possible de se reporter sur les espaces en pleine terre en milieu urbain, mais uniquement si l'apport écosystémique de ces derniers est faible. Ce n'est qu'après avoir répondu à toutes ces questions que l'on peut réfléchir aux solutions à mettre en place pour réduire l'impact des constructions en extension sur l'environnement.

L'objectif ZAN se résume trop souvent à la compensation, et il est important de garder à l'esprit que compenser ne doit constituer qu'un ultime recours, car dans ce cas la fonctionnalité écologique des sols ne peut pas être entièrement reconstituée.

Ce guide est destiné aux aménageurs, maillons centraux dans la chaîne de l'aménagement, mais aussi à tous les professionnels intéressés par la mise en œuvre opérationnelle de l'objectif ZAN, ce dernier ne pouvant être atteint que collectivement.

Les solutions présentées sont applicables partout (zones urbaines denses, peu denses, périurbaines ou rurales ; zones d'habitat, zones d'activités économiques, zones mixtes) et sur l'ensemble du territoire national. Néanmoins certaines solutions identifiées sont particulièrement adaptées à un ou plusieurs types d'espaces.

Ce guide représente donc une aide à l'application de l'objectif ZAN et permet d'accompagner les professionnels vers de nouvelles façons de faire la ville.

ÉLÉMENTS DE CADRAGE AUTOUR DE L'OBJECTIF ZAN

Afin d'atteindre au mieux l'objectif ZAN, il est essentiel de réinterroger les besoins des territoires, et donc l'élaboration des projets d'aménagement.

Le professionnel de l'aménagement doit aménager de manière raisonnée et être en capacité d'évaluer la nécessité de construire et de réaliser son projet. Les besoins du territoire concerné doivent ainsi être finement étudiés pour appréhender le potentiel et les enjeux de celui-ci. Le professionnel doit envisager un développement à une échelle large, et ne pas se contenter d'une analyse de son projet à la seule échelle communale. Il est important de déterminer les potentiels des territoires proches et voir si d'autres projets similaires ne sont pas effectués au sein de l'intercommunalité, ou dans une commune proche. Ainsi, par exemple, avant de développer une zone d'activité il est nécessaire d'étudier les disponibilités des autres zones d'activité localisées non loin de l'endroit envisagé par le projet et ayant des caractéristiques proches.

Il est également nécessaire pour le professionnel de l'aménagement de conseiller et d'accompagner les collectivités pour évaluer la nécessité de construire à cet endroit plutôt qu'à un autre. En effet, l'objectif ZAN suppose d'équilibrer l'aménagement à l'échelle d'un territoire large, pour éviter une artificialisation « non nécessaire » et le faire seulement si cela semble justifié.

L'objectif est de produire un développement urbain qui soit respectueux de l'environnement et économe en matière d'artificialisation des sols. Il est donc impératif d'étudier toutes les alternatives possibles, y compris les plus complexes et coûteuses, avant d'aménager et d'artificialiser un ENAF.

Si l'étalement est tout de même retenu il est important de préserver et valoriser les ENAF et espaces de pleine terre au sein même de l'espace artificialisé et aménagé mais également d'appliquer des mesures compensatoires pour améliorer les propriétés écologiques d'une surface au minimum équivalente à celle artificialisée.

ENJEUX DE PROTECTION DES SOLS

En dépit d'une absence de reconnaissance juridique de la qualité environnementale des sols, il est important de les prendre en considération et de veiller à leur préservation. Ce sont des bassins de vie et composantes de l'écosystème, possédant des fonctions à la fois d'habitat pour la faune et la flore, de nutriments et de régulation de l'eau. Ils participent au développement d'une variété d'organismes vivants.

1 - Situation la plus favorable pour tendre vers l'objectif ZAN

Maintien des ENAF et espaces de pleine terre

Pour une application qui soit la plus efficace de l'objectif ZAN, les espaces de pleine terre, tels que les jardins partagés (Fiche 16), ainsi que les ENAF sont à valoriser et préserver de toute artificialisation et aménagements afin de maintenir leur qualité écologique ainsi que leur biodiversité.



Photographie du jardin partagé, pépinières du mieux vivre ensemble. Source : E. Prédine

Renaturation des espaces artificialisés

Pour un terrain déjà artificialisé, une amélioration de son état écologique via une renaturation de celui-ci peut être réalisée pour se rapprocher d'un espace de pleine terre ou d'un ENAF.

L'artificialisation s'accompagnant souvent de pollutions des sols, la dépollution est une étape nécessaire. Elle pourra être réalisée par exemple à travers la phytoremédiation (Fiche 3). L'avantage de cette méthode est qu'elle favorise l'intégration de la biodiversité par l'utilisation de végétaux. Son utilisation doit toutefois être prévue bien en amont car le développement des végétaux nécessite un temps important.

Pour éviter de nouvelles pollutions liées au ruissellement, des espaces végétalisés tels que des jardins de pluies (Fiche 9), ou bien des ouvrages plus spécifiques comme des noues végétalisées (Fiche 10) peuvent être installés. En plus de cette remise en état des sols, des dispositifs favorables au développement de la faune peuvent également être mis en place.



La phytoremédiation. Source : Cms-high-tech

Amélioration des espaces végétalisés

Cette démarche de renaturation peut aussi concerner des interstices végétalisés, des friches ayant un potentiel écologique, ou tout espace de ce type pouvant être valorisé et entretenu de sorte que son état écologique soit amélioré. La déconstruction et la désimperméabilisation pour ensuite laisser un terrain non bâti peuvent également être envisagées, pour permettre au sol de retrouver une meilleure qualité écologique, et à la faune et flore de connaître un développement plus important.

2 - Solutions pour artificialiser dans le tissu urbain

Dans le cas où la construction est nécessaire, la densification à l'intérieur du tissu urbain est à favoriser. Trois cas de figure existent pour répondre à l'objectif ZAN.

Adaptation de l'existant

L'adaptation du bâti, par la surélévation en augmentant le nombre d'étages (Fiche 2) ou bien par la reconversion de bâtiments ou de sites artificialisés (Fiche 1) peut être réalisée. Ces méthodes présentent l'avantage de ne contribuer à aucune artificialisation. L'adaptation de la capacité d'accueil d'un bâtiment par la surélévation, ou bien le changement de fonction de celui-ci par la reconversion, permettent à un territoire de répondre à ses besoins en logements, services et activités sans pour autant artificialiser davantage ses sols, et consommer de l'espace.

Constructions neuves sur un espace artificialisé

Si l'adaptation n'est pas possible, refaire à partir de l'existant est également envisageable. Pour ce faire, déconstruire pour reconstruire ensuite un nouveau bâtiment peut être envisagé. Pour aller plus loin dans le respect de l'objectif ZAN, la reconstruction, et plus largement la construction de nouveaux bâtiments, peut être améliorée en utilisant la surélévation par la mise sur pilotis (Fiche 6), la construction modulaire (Fiche 4) et/ou l'éco-construction (Fiche 5).



« La Canopée », un exemple de surélévation sur pilotis.
Source : Vincent Montiers

La mise sur pilotis semble être la solution permettant d'éviter le plus directement l'artificialisation des sols, la construction étant en hauteur. La construction modulaire est notamment une solution intéressante à mettre en place parce qu'elle permet la réutilisation de structures existantes (des conteneurs par exemple). Elle est notamment facile à mettre en place, à déplacer, à adapter aux besoins, et ne

nécessite pas d'être détruite pour être enlevée. Ce type de construction est aussi favorable à la construction temporaire, à la réversibilité des fonctions ; et moins coûteux que la plupart des autres types de construction.

L'artificialisation qu'il suppose est par ailleurs moins importante. Ses fondations, bien que variables en fonction des types de constructions modulaires, ont des impacts plus faibles que les autres constructions. Enfin, il est possible de recourir à l'éco-construction. Ses bénéfices en matière de ZAN sont indirects, contrairement aux deux autres solutions. En effet, ce type de construction n'empêche pas l'artificialisation des sols, il n'a pas d'incidence immédiate sur le site.

En revanche, indirectement, l'éco-construction permet d'accompagner et de faciliter les actions visant l'objectif ZAN en repensant la conception des bâtiments. Ce type de construction permet en effet de réduire l'impact sur l'environnement et la prédation des ressources naturelles, à travers la préservation des sites de production de matières premières renouvelables (forêts, espaces agricoles etc.) mais aussi l'utilisation de matériaux plus durables et l'évitement de matériaux qui se raréfient, et son également polluants dans leur conception (sable, métal etc.).

Finalement, l'éco-construction vise à intégrer l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment, en anticipant sa fin de vie et en facilitant sa destruction. De plus, elle peut être rapprochée de la mise sur pilotis, la construction sur pilotis pouvant suivre les principes de l'éco-construction.

En ultime recours, l'aménagement sur des interstices artificialisés peut notamment être envisagé. Si cette solution est utilisée, elle ne doit pas pour autant conduire à combler l'ensemble des espaces vides et interstices disponibles, car ils sont nécessaires à la respiration et à la qualité de vie du territoire. Il est donc nécessaire de limiter la compacité des aménagements.



*La maison « Canopée » de Montfort l'Amaury.
Source : maisoncanopee*

Constructions neuves sur un espace interstitiel peu ou pas artificialisé

Cette situation peut concerner par exemple certaines friches dans laquelle la flore s'est de nouveau développée. Dans ce cas, une reconversion adaptée à ce type de site devra être appliquée, en passant notamment par une phase de dépollution. La reconversion devra prendre en compte la nature de la friche (industrielle, ferroviaire etc.) mais aussi la qualité écologique des sols ainsi que les caractéristiques de la biodiversité qui s'y est développée. Une dépollution appropriée devra également être choisie pour avoir les incidences les plus faibles possibles sur l'environnement et la qualité des sols. La phase de dépollution du site n'est

cependant pas suffisante, il ne s'agit que d'une seule étape. Par ailleurs, ces friches composées de pleine terre et dans lesquelles la végétation s'est développée, ne doivent pas toutes être reconverties, certaines peuvent délibérément ne pas l'être pour laisser cette biodiversité s'y installer. La réflexion à avoir est similaire à celle d'autres types d'interstices urbains.

Le cas échéant, si la reconversion de friches végétales n'est pas envisageable, l'implantation d'un projet pourra se faire sur d'autres types d'interstices végétalisés au sein du tissu urbain existant, par exemple des parcelles agricoles ou des espaces de pleine terre.

Les catégorisations réalisées, entre sites artificialisés, moins artificialisés, voire pas du tout artificialisés, ne correspondent pas toujours à la réalité. Des parcelles peuvent être en partie artificialisées et non artificialisées, la qualité du sol n'est pas uniforme. Une adaptation au cas par cas doit alors être réalisée afin de préserver la partie non artificialisée en intégrant par exemple des jardins de pluie (Fiche 9), jardins partagés ou noues, et en améliorant, lorsqu'il y en a, les constructions du reste de la parcelle, ou bien à travers la désimperméabilisation et renaturation.

Pour conclure, respecter l'objectif ZAN signifie de préserver et valoriser les ENAF et espaces de pleine terre, auquel cas la construction sur des sites artificialisés doit être privilégiée. Si cela n'est pas possible, l'artificialisation est envisageable mais de préférence à l'intérieur du tissu urbain existant en privilégiant de nouvelles manières de construire.

La question du bâti et des dispositifs de végétalisation ne sont toutefois pas les seuls permettant de mener des projets respectueux de l'objectif ZAN.

Ils peuvent être appuyés par d'autres solutions telles que le choix des revêtements au sol pour réduire leur imperméabilité, et ainsi leur incidence en matière d'artificialisation.



Exemple d'un jardin de pluie. Source : Guide bâtiment durable

ENJEUX DE CIRCULATION DES EAUX PLUVIALES

L'augmentation de l'artificialisation des espaces de pleine terre entraîne l'imperméabilisation de ces surfaces. L'imperméabilisation des sols désigne le recouvrement, le plus souvent permanent, par un matériau imperméable et artificiel, tel que le béton ou l'asphalte. Ce phénomène dégrade les qualités des sols et altère leurs fonctions naturelles. L'infiltration des eaux et leur évaporation sont donc impossibles.

Ainsi, l'imperméabilisation impacte l'écoulement et l'infiltration des eaux, ce qui a des conséquences notamment sur l'augmentation des catastrophes naturelles (inondation, érosion des sols par le ruissellement etc.), la saturation des réseaux d'assainissement, la pollution des milieux aquatiques ou encore la diminution de l'alimentation des nappes souterraines. Le cycle de l'eau est donc perturbé. Ce phénomène a d'autres impacts tels que la création d'îlots de chaleur urbains, la fragmentation des habitats pour la biodiversité ou encore la transformation des paysages. En parallèle, le phénomène de réchauffement climatique entraîne la concentration des précipitations, ainsi les volumes d'eau de pluie ruisselant sur les surfaces imperméables augmentent.

Pour tendre vers l'objectif ZAN, il est impératif d'élaborer des projets d'aménagement permettant de limiter l'imperméabilisation des sols.

1 - Situation la plus favorable à l'objectif ZAN

Dans l'idéal, il s'agit de parvenir à une utilisation plus durable des ressources naturelles, dont le sol fait partie. Les espaces de pleine terre et les ENAF doivent être préservés et valorisés afin de maintenir leurs fonctions naturelles de perméabilité. Ces espaces jouent un rôle d'éponge.

Pour limiter l'imperméabilisation nouvelle des sols, il faut surtout favoriser le développement urbain sur des surfaces déjà imperméables. Divers processus tels que la reconversion de friche ou de bâti, la densification du bâti ou encore la surélévation peuvent donc limiter la consommation des espaces de pleine terre et des ENAF. Un projet d'aménagement situé sur une surface déjà imperméabilisée permet de répondre à un objectif plus ambitieux. En effet, on peut limiter l'imperméabilisation aussi dans les projets d'aménagements situés sur des espaces déjà artificialisés. La démarche de désimperméabilisation est aussi efficace pour retrouver les caractéristiques naturelles de perméabilité d'un sol.

Par exemple, les zones urbaines denses sont plus sujettes aux impacts de l'imperméabilisation, du fait de leur taux d'artificialisation important. Au sein de ces zones, il faut penser à valoriser les espaces de pleine terre, à végétaliser des espaces publics et privés ou à désimperméabiliser des surfaces pour permettre une meilleure infiltration des eaux.

2 - Solutions permettant de réduire les impacts de l'artificialisation sur la circulation des eaux pluviales

Pour limiter au mieux l'imperméabilisation des sols, certaines solutions sont à privilégier, notamment à travers une meilleure gestion des eaux et le revêtement des sols.

a - La gestion des eaux pluviales à la source

La gestion des eaux à la source est une démarche à favoriser à la source grâce à l'infiltration. Nous présentons ci-après différents dispositifs de gestion des eaux pluviales, à l'échelle du bâti ou de la parcelle.

A l'échelle du bâti

La gestion des eaux pluviales peut être intégrée aux bâtiments. En effet, si la construction de bâtiments est nécessaire ou déjà faite, plusieurs dispositifs permettent de ralentir en amont le ruissellement des eaux. Pour ce faire, les bâtiments peuvent accueillir des toitures stockantes. Ce dispositif permet de recueillir et stocker temporairement une lame d'eau. Par la suite, l'eau est évacuée à débit réduit dans les réseaux d'assainissement. Les toitures végétalisées (Fiche 13) permettent elles aussi de recueillir des eaux de pluie. Cependant, une partie des eaux est infiltrée dans le substrat et absorbée par les végétaux présents sur celles-ci. En parallèle, ces toitures végétalisées ont un impact positif sur le développement et la protection de la biodiversité. Néanmoins, ces deux dispositifs ne peuvent pas être mis en place partout. Ils nécessitent une

démarche technique importante pour rendre le toit totalement étanche et pour garantir une bonne portance de la charge supplémentaire.



Exemple de toiture extensive. Source : Terreaux et Compagnie.

Les eaux de pluie peuvent aussi être stockées pour ensuite être utilisées par les individus et habitants. Les cuves de récupération ou bassins d'orage permettent de récolter temporairement les eaux des fortes pluies. Par la suite, elles peuvent être évacuées vers un réseau d'assainissement ou réutilisées et valorisées par les individus (particulier, acteur privé et public). Par exemple, elles peuvent permettre d'arroser les espaces plantés mais également d'alimenter les sanitaires.

A l'échelle de la parcelle

La gestion de l'eau est possible aussi sur la parcelle ou à ses abords. Il est important de favoriser l'infiltration totale et naturelle des eaux, lorsque c'est possible.

Pour mettre en place ces aménagements alternatifs, il est important de se questionner sur plusieurs points : la nature du sol et sa capacité

d'infiltration, la proximité d'une nappe phréatique mais également la pollution potentielle du sol. Ainsi, ces conditions particulières justifient de ne pas chercher à infiltrer naturellement l'eau dans les sols. Dans ce cas, des jardins de pluie, noues, fossés drainants peuvent être installés. Ces types de dispositifs sont composés d'une membrane étanche pour rendre impossible l'infiltration des eaux et d'un drain. Ils collectent, stockent les eaux pour ensuite les évacuer à débit réduit vers le réseau d'assainissement. Si l'infiltration naturelle des eaux est cherchée, alors certains aménagements alternatifs végétalisés reposent sur les capacités de perméabilité des sols.

Un jardin de pluie infiltrant (Fiche 9) assure la fonction d'un jardin avec la présence de divers végétaux, il est donc généralement sec et de pleine terre. Mais par temps de pluie, il permet la récupération et la rétention de celle-ci. Les eaux collectées vont s'infiltrer doucement dans le sol.

D'autres dispositifs peuvent être aménagés pour gérer les eaux pluviales, comme les noues ou fossés (Fiche 10). Ce sont des dispositifs principalement installés le long des voiries.



Exemple d'une noue. Source : Cité Verte

Pour réduire les impacts de l'imperméabilisation, réfléchir sur une gestion plus durable des eaux pluviales est important. Mais il est aussi nécessaire de revoir la façon d'aménager, notamment au travers des revêtements des sols.

b - Les revêtements des sols

Par définition, le revêtement d'un sol fait référence au matériau qui recouvre sa surface. Il peut être d'origine naturelle ou anthropique (béton, sable, herbe, marbre, etc.).

Dans le cas où l'imperméabilisation des sols est nécessaire, notamment pour construire des infrastructures de mobilités, il est important de réfléchir au revêtement de celles-ci. Les matériaux et surfaces perméables permettent donc d'atténuer les impacts de l'imperméabilisation des sols. Ce sont des surfaces irrégulières qui offrent des anfractuosités pour stocker et infiltrer les eaux. Les matériaux mis en place diffèrent selon les usages de ces infrastructures de circulation.

Les circulations actives

Dans une volonté de minimiser l'impact d'une infrastructure de circulation sur la qualité d'un sol, les cheminements exclusivement piétonniers peuvent être engazonnés mais aussi en gravier-gazon. Ces cheminements permettent à la végétation de s'y développer et de contribuer à la stabilité de la surface. La construction de plateforme surélevées pour les cheminements piétons peut aussi représenter une alternative aux revêtements perméables. Ces aménagements ne recouvrent pas la totalité des sols. La qualité des

sols est donc conservée. Pour une meilleure prise en compte de l'objectif ZAN, ces plateformes peuvent être construites avec des revêtements permettant à l'air, la lumière et l'eau de circuler, tels que des plateformes en métal ou avec des planches de bois espacées.

Si la surélévation des cheminements n'est pas possible, l'aménagement de structures alvéolaires (Fiche 12) peut permettre de limiter l'impact de l'imperméabilisation des sols. Elles laissent place à des espaces plus ou moins grands permettant le développement de végétaux mais surtout l'infiltration des eaux dans les sols. Les sols en stabilisé (Fiche 11) peuvent aussi être une alternative. En effet, les eaux de ruissellement s'infiltrent plus facilement dans le sol, contrairement à des couvertures imperméables.



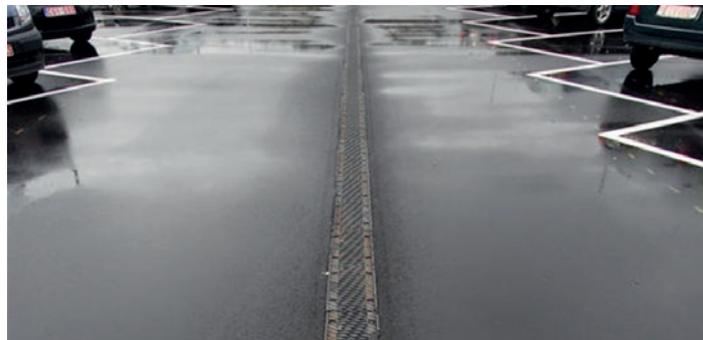
Structure alvéolaire engazonnée. Source : Breincosmart

Lorsque les cheminements accueillent d'autres circulations actives tels que les vélos ou les trottinettes, certains revêtements cités précédemment peuvent être utilisés. D'autres revêtements peuvent être mis en place comme le béton drainant (Fiche 7). La technicité de ce

revêtement est différente pour supporter une plus grosse charge notamment. Elle peut représenter une alternative.

Les circulations routières

Si la fréquentation du cheminement est faible, il peut être engazonné, en gravier-gazon, en stabilisé ou en structures alvéolaires. Pour les infrastructures qui accueillent des automobiles ou des poids lourds, la chaussée à structure réservoir (Fiche 8) et le béton drainant peuvent être installés. Ils peuvent en supporter la charge.



Exemple d'une structure réservoir. Source : Eurovia

Le stationnement

Les lieux de stationnement sont aussi des vecteurs importants de l'artificialisation et de l'imperméabilisation des sols. Pour concevoir un stationnement automobile perméable, la fréquentation est une variable à prendre en compte. Le sol peut être laissé nu, être revêtu par des structures alvéolées engazonnées ou en gravier. Néanmoins, si la fréquentation est importante, le sol en stabilisé ou le béton drainant sont des solutions pour limiter l'imperméabilisation des surfaces de stationnement.

ENJEUX DE BIODIVERSITÉ

L'artificialisation des ENAF est l'une des premières causes du déclin de la biodiversité. Ce phénomène d'artificialisation entraîne une dégradation des écosystèmes, des milieux naturels et par conséquent de la faune et de la flore. Une route, une zone d'habitation ou d'activité, tout cela joue un rôle dans la transformation des espaces naturels. Ces aménagements fragmentent les territoires, détruisent les habitats et les ressources pour la biodiversité.

L'objectif ici est de mettre en avant les solutions et dispositifs pouvant répondre aux enjeux de préservation de la biodiversité, toutefois certains vont être plus efficaces et pertinents que d'autres. Ainsi, la hiérarchisation des solutions et dispositifs permet alors d'identifier plus clairement les enjeux et ainsi avoir les informations nécessaires pour y répondre convenablement.

1 - Situation la plus favorable à l'objectif ZAN

Maintien des ENAF

La priorité pour atteindre l'objectif ZAN, est de préserver au maximum les espaces naturels, agricoles et forestiers. Ces espaces sont considérés comme des espaces non artificialisés et ils représentent des milieux propices au développement de la biodiversité. Préserver les ENAF de toute artificialisation s'apparente à la solution idéale pour préserver la biodiversité.

Maintien des espaces de pleine terre

Si la protection des ENAF n'est pas envisageable, d'autres espaces tels que ceux de pleine terre doivent être préservés en dépit d'une qualité écologique non comparable à celle des ENAF. Par exemple, les espaces verts comprenant, au mieux, plusieurs strates (herbacée, arbustive, arborée) sont à préserver lorsqu'ils sont présents, ou à intégrer le plus possible à des projets d'aménagement. Ils peuvent participer au maintien de la biodiversité en offrant à celle-ci des lieux d'habitats et/ou de reproduction mais aussi de ressources nourricières.

L'aménagement de jardins partagés est aussi une solution pouvant favoriser la pleine terre et par conséquent la biodiversité (Fiche 16). Si les jardins sont cultivés de façon raisonnable et en respectant le sol et l'environnement qui l'entoure, alors cette solution peut servir d'espace de vie à la biodiversité. Ce type d'aménagement peut tout à fait s'intégrer au sein d'un projet de rénovation urbaine ou au sein d'un projet de nouvelle construction.

2 - Solutions permettant de réduire les impacts de l'artificialisation sur la biodiversité

Si l'artificialisation est inévitable, et qu'un projet d'aménagement doit avoir lieu, plusieurs méthodes peuvent s'appliquer.

A l'échelle du bâti

La surélévation sur pilotis est une méthode pouvant limiter l'artificialisation des sols. Une solution à l'échelle du bâtiment laissant ainsi le sol dépourvu de construction. Ce dernier est alors préservé, ainsi la faune du sol peut se développer. La flore quant à elle peut rencontrer d'autres difficultés pour s'épanouir pleinement, comme le manque de soleil ou d'eau.

Favoriser la biodiversité et plus particulièrement la flore est possible grâce aux toitures végétalisées (Fiche 13). Une toiture dite intensive aura un impact davantage positif sur la flore qu'une toiture extensive. Toutefois, cette solution à l'échelle du bâti peut participer au développement de la biodiversité. Les végétaux présents pourront servir d'habitat ou de ressources nourricières pour les insectes et les oiseaux, par exemple. Il s'agit alors d'un dispositif bénéfique aussi bien pour la flore que pour la faune et en prime participe à une meilleure gestion des eaux pluviales.

Toujours dans l'objectif de préserver et de donner une place à la biodiversité, plus particulièrement la faune, des habitats de substitution (Fiche 17) peuvent être intégrés directement aux bâtiments tels que des nichoirs à oiseaux, des gîtes à chauves-souris ou insectes. Plusieurs dispositifs sont possibles, mais avant toute installation il est important de s'interroger sur les espèces existantes dans les environs et ainsi déterminer les espèces pouvant bénéficier des habitats à construire.



Photo d'un abri à insectes dans le jardin du Luxembourg à Paris. Source : J.F. Coffin

A l'échelle de la parcelle

Les solutions favorables à la biodiversité ne concernent pas uniquement le bâtiment en lui-même. La biodiversité, afin d'accomplir son cycle de vie, doit être en capacité de se déplacer librement. Cependant, la présence de barrières, de murs, ou encore de bâtiments et autres infrastructures fragmentent le territoire et empêchent fortement les déplacements de la faune. L'intégration de clôtures perméables (Fiche 14) ou de passages fauniques (Fiche 15) donnent ainsi aux espèces animales de se déplacer.

Toutefois il est important de connaître l'intérêt où s'insèrent le mieux ces dispositifs. Pour les clôtures perméables, la petite faune est ici concernée. Ces clôtures sont utilisées au sein d'espace urbanisé dense par exemple pour clôturer un espace privé ou pour faire une séparation entre un chemin et un terrain végétalisé. Pour les passages fauniques,

l'ensemble de la faune peut être concerné. Souvent utilisés pour permettre le déplacement au-dessus ou en dessous d'infrastructures routières lourdes les passages fauniques doivent être construits en fonction des espèces présentes et impactées par les infrastructures.



Ecopont de Varennes. Source : VINCI

D'autres solutions existent pour tenter de répondre aux enjeux de biodiversité sur des terrains déjà artificialisés. Les jardins de pluies (Fiche 9) ou encore les noues végétalisées (Fiche 10) sont des aménagements pouvant répondre au développement de la biodiversité de par la présence de végétaux. Pour favoriser l'intégration de la biodiversité, les jardins de pluie drainant sont à privilégier face aux noues. Toutefois, pour espérer un bon développement de la biodiversité, ils doivent être conçus avec des végétaux adaptés et un mode d'entretien écologique doit être pratiqué. Sur le long terme, la flore se développe et une faune peut alors investir les lieux.

Enfin, il est possible de jouer sur le revêtement des sols. Au sein d'un projet d'aménagement, le revêtement peut se décliner sous différente forme. Par exemple, l'utilisation de structure alvéolaire (Fiche 12) permet la création de parkings engazonnés ou de cheminements piétons. Sur le long terme et si un entretien sans produit phytosanitaire ni chaleur n'est prévu, ce type de structure peut laisser la végétation spontanée se développer. Une biodiversité certes moins conséquente mais qui a tout autant son importance.

ANNEXES

ENJEUX DE PROTECTION DES SOLS

ENJEUX DE CIRCULATION DES EAUX PLUVIALES

ENJEUX DE BIODIVERSITÉ

SOMMAIRE

ADAPTATION D'UN SITE ARTIFICIALISÉ

Reconversion - *Fiche 1*p.31

Surélévation par augmentation d'étage - *Fiche 2*p.41

DÉPOLLUTION D'UN SOL

Phytoremédiation - *Fiche 3* p.51

NOUVELLES CONSTRUCTIONS

Construction modulaire - *Fiche 4*p.59

Ecoconstruction - *Fiche 5*p.67

Surélévation sur pilotis - *Fiche 6*p.75

GESTION DES EAUX PLUVIALES

Béton perméable - *Fiche 7*p.85

Chaussée à structure réservoir - *Fiche 8*p.89

Jardin de pluie - *Fiche 9*p.95

Noue - *Fiche 10*p.103

Sol en stabilisé - *Fiche 11*p.109

Structure alvéolaire - *Fiche 12*p.113

Toiture végétalisée - *Fiche 13*p.117

DÉPLACEMENTS DE LA BIODIVERSITÉ

Clôture perméable - *Fiche 14*p.127

Dispositifs de transparence écologique des infrastructures linéaire de transport - *Fiche 15*p.135

ESPACE DE PLEINE TERRE

Jardin partagé - *Fiche 16*p.145

HABITATS POUR LA BIODIVERSITÉ

Dispositifs d'habitat pour la faune - *Fiche 17*p.153

Reconversion

La reconversion permet la réversibilité des fonctions d'une construction et/ou d'un site artificialisé, lorsqu'il n'est pas bâti, en lui attribuant un nouvel usage. A travers un recyclage du foncier elle participe à limiter l'artificialisation des sols.



Projet de reconversion des anciennes aciéries de Saint-Chamond.

Sources : La commune de Saint-Chamond et Le Moniteur

Atelier ZAN 2 / GUIDE 2021

DÉFINITION

Initialement, un bâtiment possède une fonction particulière (habitat, commerce, équipement public, production industrielle etc.) ainsi qu'une architecture conçue pour cet usage. En raison d'une évolution rapide des usages (besoins nouveaux, baisse de l'activité, surface occupée plus faible etc.), certains bâtiments se retrouvent parfois obsolètes bien que toujours en bon état. La reconversion est alors une alternative à la déconstruction. Pour ce faire, c'est en premier lieu la qualité architecturale et patrimoniale du bâtiment qui va permettre de déterminer vers quelle nouvelle fonction celui-ci va s'orienter.

Tous types de constructions peuvent bénéficier d'une reconversion (résidentiel, industriel, services publics etc.). En effet, des châteaux comme des gares peuvent par exemple devenir des musées, des piscines devenir des commerces ou encore des usines être transformées en appartements.

La reconversion n'est pas seulement utilisable sur un terrain bâti, une friche non bâtie par exemple peut aussi être concernée. Pour information, une friche est, selon l'INSEE, « *un espace bâti ou non, anciennement utilisé pour des activités industrielles, commerciales ou autres, abandonné depuis plus de 2 ans et de plus de 2 000 m²* ». Ce qui est actuellement considéré comme une friche peut donc être issu d'une activité industrielle et commerciale mais pas seulement. Il y a également des friches militaires, ferroviaires, portuaires, d'habitats, de services etc.



Ancienne caserne Niel à Bordeaux transformé en Darwin Eco-système. Sources : France3 et Aqi.

ENJEUX

Au sein de la reconversion, il existe un enjeu de réversibilité des fonctions tout en limitant l'artificialisation des sols, et ainsi en s'inscrivant dans un respect de l'objectif ZAN.

En effet, l'enjeu principal de la reconversion est celui de valoriser l'existant pour éviter de consommer de nouveaux espaces naturels et agricoles. Cela permet de faire évoluer un territoire sans pour autant effectuer de constructions supplémentaires. Pour certains projets, la réhabilitation ou la rénovation du bâtiment concerné peut notamment être nécessaire. La réhabilitation étant l'action de remettre en état un bâtiment tout en respectant son caractère architectural et ce sans réaliser de déconstruction, alors que la rénovation est une opération lourde de démolition et reconstruction.

La reconversion peut aussi redonner de la valeur, de l'activité, à un bien anciennement délaissé. Il s'agit de cette manière de valoriser le potentiel qu'il représente pour accueillir de nouvelles activités, c'est le cas par exemple des logements et bureaux vacants. La reconversion peut donner un nouvel usage des biens ayant une valeur patrimoniale tels que des châteaux, églises ou usines. En fonction de l'éventuel caractère patrimonial du bâti, le choix de conserver une partie des constructions pourra être fait (une cheminée d'usine par exemple).

Plus particulièrement, dans le cas d'une reconversion de sites pollués, par exemple des friches issues d'une activité polluante, la question de la pollution du site est à intégrer, bien qu'elle ne soit pas systématique et que la reconversion d'une friche ne se limite pas à cet unique aspect.

DIMENSION TECHNIQUE

D'un point de vue technique, une démarche de reconversion dépend fortement des caractéristiques du bâti. Une situation avec peu de travaux nécessaires peut être avantageuse sur de nombreux aspects, notamment technique et économique. Selon le bâtiment ainsi que la fonction vers laquelle il doit évoluer, certains projets de reconversion peuvent également nécessiter une réhabilitation ou une rénovation.

Conserver la construction peut rendre plus difficile l'action de reconversion. Etant donné que la reconversion d'un bâtiment et le type d'activité qui y sera implanté dépendent de sa structure initiale, un bâtiment ne peut pas accueillir tout type d'activité. C'est en amont que ce travail doit être effectué pour que la fonction souhaitée soit en accord avec le bâtiment disponible. Ce problème ne se pose pas lorsque le site à reconvertir n'est pas bâti.

La reconversion d'un site nécessite notamment de s'intéresser à la présence (ou non) de pollution sur le site, par exemple dans le cas de friches industrielles. En effet, d'après l'ADEME, et en fonction des usages antérieurs du site, les friches sont dans de nombreux cas des sites pollués. Ces pollutions sont de natures différentes, en fonction des anciennes activités de la friche.

DIMENSION JURIDIQUE

La réglementation technique en matière de construction est contenue dans une variété de supports, à la fois le Code de la Construction et de l'Habitation, le Code de la Santé Publique, et le Code du Travail.

Selon le Réseau National des Aménageurs (RNA), le droit permet de définir des « normes techniques de construction » qui varient selon les usages projetés.

La réalisation de travaux de reconversion d'un bâtiment nécessite d'obtenir un permis de construire, et ce même si l'aspect extérieur ne sera pas modifié. La réalisation du dossier de demande de permis de construire doit être accompagnée par un maître d'œuvre étant inscrit au tableau de l'ordre des architectes.

Plus précisément, dans le cas des friches, il n'existe pas de cadre juridique spécifique en raison d'une absence de définition unique à leur sujet. Il est alors nécessaire de se référer à différentes réglementations (droit de l'urbanisme, de l'environnement, code civil etc.). Avec des outils réglementaires, différents types d'actions peuvent être mis en place : mise en sécurité (démolition ou réparation de murs ou bâtiments), recensement des friches (le PLU met en place des secteurs nécessitant des études approfondies du sol en cas de changement d'usage ; le SCOT peut aussi identifier des friches devant être résorbées), ou encore le principe de « pollueur-payeur ».

DIMENSION ECONOMIQUE

En raison d'une réutilisation possible d'espaces, de bâtiments préexistants, la reconversion peut éviter par exemple la démolition de constructions parfois onéreuse. Elle peut aussi permettre la redynamisation d'un quartier avec la création de commerces et autres activités favorables à son économie.

Le coût d'une telle opération varie selon la nature et les caractéristiques du bâtiment ou site devant être reconverti, ainsi que sa nouvelle fonction.

A titre d'exemple, la reconversion de 17 hectares d'une friche militaire au Havre (76) en jardin public a coûté 7,3 millions d'euros ; la reconversion de 300 m² d'une grange, dans la commune de Saint-Martin-aux-Arbres (76) en salle polyvalente et bibliothèque a quant à elle nécessité un investissement de plus de 800 000 euros.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Dans la mesure où la reconversion permet d'utiliser un site déjà artificialisé et des constructions déjà existantes pour développer de nouvelles activités, elle s'avère être bénéfique en matière de limitation de l'étalement urbain, d'artificialisation des sols et ainsi de préservation de la biodiversité. Il est malgré tout possible qu'un site non bâtie, qu'une friche, soit le support d'un développement important de formes de biodiversité. Dans ce cas, l'objectif sera aussi de veiller dans la mesure du possible à sa préservation. Des études pour avoir une meilleure connaissance sur cet aspect doivent par conséquent être réalisées.

Plus particulièrement, dans le cas d'une reconversion de bâtiments anciens, cela peut également permettre d'améliorer leur consommation énergétique, en les remettant aux normes environnementales actuelles. Ces types de bâtiments étant les plus importants producteurs de gaz à effet de serre, la reconversion permet d'y remédier. Cela peut aussi être l'occasion de contribuer à maintenir une densité et une mixité des fonctions dans des quartiers déjà constitués, ce qui participe à rationaliser les déplacements (et donc les émissions de polluants et consommations d'énergie associées). Pour des sites non bâtis, la densification du tissu urbain que la reconversion peut amener participe à la réduction des déperditions de chaleur entre les bâtiments.

POINT DE VIGILANCE

Selon le projet, et les nouveaux usages voulus par cette reconversion (installation d'une toiture végétalisée par exemple), cet outil peut s'avérer bénéfique pour la biodiversité.

Contrairement à un site bâti, pour la reconversion d'un site non bâti le respect de l'environnement est plus difficile à expliciter, car cela dépend des caractéristiques du sol. En effet, il peut aussi bien s'agir d'un terrain artificialisé mais non bâti, d'un terrain en friche, d'un terrain agricole, d'un espace vert etc. Sachant que les deux derniers ne doivent pas être placés en priorité dans la mise en place d'une reconversion se voulant respectueuse de l'objectif ZAN, cette situation doit être étudiée au cas par cas.

POINT DE VIGILANCE

La reconversion doit être faite de manière raisonnée. Les espaces non bâti à l'intérieur d'un tissu urbain étant des espaces de respiration. Il faut donc savoir les valoriser afin d'éviter la création d'îlots de chaleur urbains, en raison d'une trop forte concentration et densification de ce tissu.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+++	+++	+ / -

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

DIMENSION SOCIALE

La reconversion peut participer à la création de lieux atypiques, notamment d'un point de vue architectural voire patrimonial. Ce nouveau cadre de vie particulièrement original peut faire l'objet d'un certain attrait pour de futurs usagers ou habitants.

Cette méthode, de par la réversibilité des fonctions qu'elle propose, amène à une évolution des activités et du dynamisme d'un territoire, à la fois en termes de logements et d'emplois.

D'un point de vue sanitaire, cette action permet notamment, en cas de rénovation, de retirer tous matériaux nocifs encore présents dans les

constructions (amiante par exemple), mais aussi d'avoir un meilleur respect en matière de sécurité incendie notamment.

Finalement, la reconversion d'un bâtiment signifie souvent la conservation d'une partie ou de la totalité de l'aspect extérieur du bâtiment, elle ne « dénature » pas le paysage urbain auquel les usagers sont habitués. La reconversion peut alors permettre la préservation et conservation d'un fragment du patrimoine d'une ville, tout en améliorant l'état de bâtiments parfois dégradés. Lorsque le site n'est pas bâti, la reconversion participe au dynamisme d'un quartier voire même à l'amélioration de l'état d'un site, ce qui peut être apprécié par les populations alentour.

ACTEURS

Le professionnel de l'aménagement doit avant tout s'entourer d'une équipe pluridisciplinaire regroupant à la fois des métiers de l'aménagement et de l'architecture, mais aussi selon les cas de spécialistes dans l'étude des sols, des sites pollués ou de l'environnement du site etc. Dans le cas de sites et sols pollués, un référentiel des métiers de la dépollution réalisé par le Laboratoire National de métrologie et d'Essais (LNE) existe.

Plus généralement, l'aménageur doit agir en fonction de ce qui est voulu par le propriétaire du bâtiment. Il doit aussi prendre en compte les avis et intérêts d'autres acteurs tels que la collectivité, les différentes administrations (la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement etc.), les partenaires publics

(département, région, EPCI etc.), les investisseurs privés mais aussi les habitants.

EXEMPLES

Reconversion d'une école communale en siège du Parc Naturel Régional (PNR) des Landes de Gascognes à Belin-Béliet (33)

Construit autour de 1910 par l'architecte Max Ormières, ce groupe scolaire visait à accueillir une école de filles. Entre 1997 et 1998, ce bâtiment a connu une reconversion. A travers la réalisation d'une réhabilitation par le Parc Naturel Régional (PNR) des Landes de Gascognes, il est devenu le siège de ce dernier. Cela s'est accompagné par la fermeture et l'aménagement en bureaux des préaux situés à l'arrière de la construction, la transition de salles de classe à salles de réunion, ainsi que la restauration de la façade donnant sur la route (sans y apporter de modifications).



*L'école des filles de Belin-Béliet entre 1900 et 1910
Sources : Wikimedia Commons*



L'école des filles de Belin-Béliet de nos jours, une fois reconvertie. Sources : Commune de Belin-Béliet

Reconversion d'une bâtisse agricole en logements à Laguëpie (82)

Dans le but de reconverter cette ancienne grange en habitation, un travail a dû être réalisé en termes d'ouvertures. Il a ainsi été nécessaire de repenser les différents percements pour accorder bien plus de place à la lumière à l'intérieur du bâtiment. C'est à la fois par l'installation de fentes sur certains murs et d'ouvertures pour mettre en place des vues sur le paysage que cela a été possible. De plus, une extension à proximité immédiate de la grange a également été créée, avec un même principe d'ouvertures pour permettre l'accès à des terrasses. De cette manière, le confort de cette bâtisse, initialement non habitable, a été revu afin de permettre à de futurs usagers d'y habiter.



Transformation d'une grange en habitation. Source : FNCAUE

Reconversion d'un presbytère en mairie et pôle de services de proximité à Noaillan (33)

Située au sein du bourg, proche de l'église de la commune ainsi qu'un ancien château féodal (deux édifices classés à l'inventaire des monuments historiques), cette maison bourgeoise du 19^{ème} siècle a fait l'objet d'une acquisition de la mairie en 1939.

Pendant longtemps cette bâtisse fut utilisée en tant que presbytère avant d'être fermée après le décès du curé. N'ayant plus aucune fonction en 1997 la décision fut prise d'y effectuer des travaux et de le réhabiliter en vue de le reconverter en mairie. Cette reconversion était alors motivée par une mairie située anciennement dans un bâtiment trop petit et peu fonctionnel. Le presbytère était ainsi l'occasion d'y remédier. Cette opération a bénéficié d'une aide financière du Conseil départemental.

Cette bâtisse en pierres se compose de deux niveaux. Le rez-de-chaussée accueille désormais les bureaux de la mairie, des salles de réunion et des services de proximité. L'étage quant à lui accueille à la fois des bureaux, les archives ainsi qu'un local technique. Ce sont l'intégralité des services administratifs qui peuvent, avec cette reconversion, être regroupés dans un même lieu, ce qui s'avère bénéfique pour ses usagers, et ce d'autant plus qu'il possède un emplacement stratégique au cœur même du bourg.



De l'ancienne mairie de Noailan à la nouvelle. Source : commune de Noailan

Reconversion d'une friche militaire en jardin public au Havre (76)

Situé au Havre, le fort de Sainte-Adresse, une forteresse du 19^{ème} siècle, implanté sur une friche de 17 hectares fut abandonné en 1972. Avec les vues qu'il offre sur l'estuaire, la ville et la mer, ce terrain possède pourtant un fort potentiel. C'est une partie intégrante du patrimoine havrais. En 2000, la ville décide alors de le racheter pour lui permettre d'avoir un nouvel usage, orientée cette fois-ci vers la promenade et la nature, avec la création d'un parc urbain.

L'objectif était de créer un lieu à la fois sobre et respectueux de l'identité initiale du site, à travers notamment une mise en avant de l'architecture des remparts et des douves. Samuel Craquelin, architecte-paysagiste de ce projet, parlait ainsi de « faire une opération douce dans un site plutôt lourd » et d'en faire un espace de paix, à l'inverse de l'image d'ancien fort militaire.

Ce projet a été pensé au sein d'une démarche de développement durable, et de Haute Qualité Environnementale (HQE). Cela a permis la sauvegarde et la valorisation du site en devenant accessible au plus grand nombre. En lien avec cette notion de préservation de l'environnement, le bâti qui a été créé n'aurait aucun impact sur le paysage urbain. Les matériaux ainsi que les procédés de construction utilisés se veulent aussi respectueux de l'environnement. De plus, les matériaux de la démolition ont notamment été utilisés, en étant concassés pour constituer des allées. L'économie d'énergie a quant à elle été favorisée par différentes techniques : géothermie,

chaudière à condensation, panneaux solaires et isolation thermique. Les eaux pluviales ont aussi fait l'objet d'une récupération pour servir à l'arrosage, et les parkings ont été conçus pour permettre une absorption de l'eau par le sol (revêtement perméable).

De cette manière, cet espace est devenu un lieu en faveur de l'environnement, avec également de multiples formes de végétations avec des serres de 5000 m², des parterres fleuris, des palmiers, des sous-bois, ou encore des jardins thématiques sur la flore nord américaine, les plantes provenant d'Asie Orientale, les explorations contemporaines, et les terres australes.

Au-delà de la valorisation d'un site important de ce territoire, cette reconversion a représenté une opportunité de réaliser un projet vertueux sur de nombreux aspects. La reconversion d'une friche dépasse donc l'unique question de limitation de l'artificialisation, elle peut permettre d'accorder à nouveau une place importante à l'environnement, à la biodiversité, tout en conservant certaines traces du passé de ce site.



*Reconversion d'une friche militaire au Havre.
Source : Wikipédia*

POUR APPROFONDIR

ADEME, « *La reconversion des sites et des friches urbaines polluées* » [en ligne]. Disponible sur : <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-30771-reconversion-friches-urbaines.pdf>

FNCAUE, Dossier thématique « *Quelques exemples de bâtiments reconvertis* » [en ligne], 2015. Disponible sur : <https://www.fncaue.com/wp-content/uploads/2015/09/11ExemplesReconversion.pdf>

SelecDEPOL, « *Techniques de dépollution* » [en ligne]. Disponible sur : <https://www.selecdepol.fr/techniques-de-depollution>

Surélévation

augmentation du nombre d'étages

L'augmentation du nombre d'étages d'un bâtiment déjà construit peut être utilisée au sein d'un tissu urbain existant pour empêcher l'étalement et l'artificialisation des sols, ou bien dans le cas de développements plus ponctuels en périphérie. Elle peut aussi bien être réalisée sur des immeubles que des typologies urbaines plus basses.



Exemple de surélévation (en violet) de plusieurs étages des bâtiments à partir du XIX^e siècle. Source : Mairie de Paris

DÉFINITION

Ce type de surélévation consiste en l'ajout d'un ou de plusieurs étages sur un bâtiment existant. Il permet de tirer parti du « foncier aérien », c'est-à-dire les espaces pouvant être construits sur le toit d'un immeuble d'habitation, d'une maison, d'un bâtiment public, ou d'un local d'activités par exemple. De cette manière, tous types de constructions peuvent être concernés (résidentiel, économique, services publics etc.).



Exemple de bâtiment avec plusieurs surélévations.
Source : Mairie de Paris

ENJEUX

Cette méthode permet de répondre à un besoin (logements, activités, services etc.) tout en évitant d'artificialiser davantage les sols. Selon

les projets et ce qui motive la réalisation d'une telle surélévation ces enjeux sont en réalité plus importants. Ils peuvent par exemple être d'ordre social avec la possibilité de renforcer la mixité sociale, de créer des lieux de sociabilité, d'améliorer le cadre de vie etc.

DIMENSION TECHNIQUE

Cette méthode nécessite une étude de la structure du bâti et de ses fondations pour s'assurer que l'ensemble du bâtiment, ainsi que le sol, supporteront cette charge supplémentaire. Tous types de bâtiment mais aussi de site ne peuvent donc pas supporter cette surélévation. En fonction des situations, lorsque sa réalisation est possible, elle sera par ailleurs plus ou moins complexe à effectuer.

Néanmoins, la réalisation de diagnostics, en vue d'un projet de surélévation, permet d'avoir une meilleure connaissance de l'état global d'un bâtiment ainsi que de son sous-sol, et de « découvrir des capacités structurelles plus avantageuses ou des potentialités de rénovations » selon l'expert immobilier France Surélévation. D'après ce dernier, cela peut aussi permettre de « mettre en lumière une pathologie du bâti qui pourra être traitée au moment des travaux ». En ce sens, la surélévation représente un atout non négligeable pour l'avenir et le potentiel d'une construction.

DIMENSION JURIDIQUE

D'un point de vue juridique, la surélévation bénéficie d'un cadre législatif avantageux avec différentes adaptations réalisées ces dernières

années. Depuis 2014, elle est devenue plus facile à mettre en place avec l'arrivée de la Loi pour l'Accès au Logement et un Urbanisme Rénové (dite loi ALUR) qui a allégé considérablement les procédures devant être respectées pour surélever un bâtiment. C'est le principe même de sous-densité qui a été revu, à travers la suppression d'une possibilité de réglementation de la densité avec le Coefficient d'Occupation des Sols (COS), ainsi que la taille minimale des parcelles. Ces deux outils étaient auparavant parfois utilisés, au sein des PLUi, afin de conserver une sous-densité pour un territoire. Cette loi supprime notamment le droit de veto que possédaient les copropriétaires résidant au dernier étage, ils restent toutefois prioritaires dans l'achat de logements réalisés par une surélévation.

Des dérogations existent également en matière de règles de construction. Elles peuvent par exemple être utilisées pour les dispositions des articles L. 111-4 relatives à la sécurité du Code de la construction et de l'habitation (en matière d'aération, d'ascenseurs, de protection contre l'incendie etc.), mais aussi celles des articles L. 111-7-1, L. 111-9, et L. 111-11, respectivement pour l'accessibilité aux personnes handicapées, la performance énergétique et environnementale ainsi que l'isolation phonique. De cette manière, la surélévation peut déroger à de nombreuses règles de construction. Sa mise en place, d'un point de vue technique et financier, s'en retrouve facilitée.

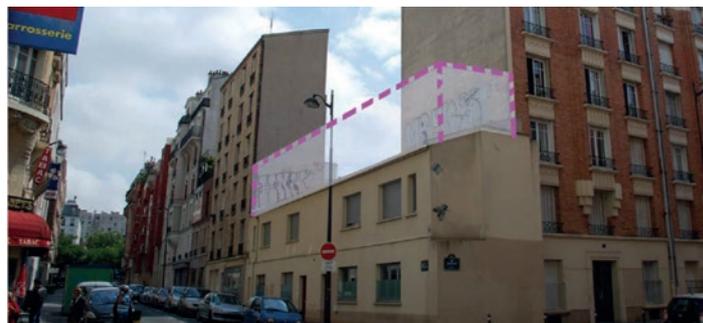
Plus précisément, la surélévation peut faire l'objet de ces dérogations à condition de réunir les quatre exigences suivantes :

- La surélévation doit être à usage d'habitation. A ce titre, et en s'appuyant sur l'article L. 111-4-1 du Code de la construction et de l'habitation, les dérogations pourront être utilisées uniquement pour des projets de surélévation dont l'objectif est de créer des logements ;

- La surélévation d'un « immeuble ancien ». La possibilité d'obtenir une dérogation pour la surélévation d'immeubles est limitée à ceux ayant été terminés depuis plus de deux ans ;

- La surélévation d'un immeuble en zone tendue. Il s'agit, d'après le directeur de l'Institut des Études Juridiques de l'Urbanisme, de la Construction et de l'Environnement, soit de communes qui appartiennent à une « zone d'urbanisation continue de plus de 50000 habitants telles que définies par l'article 232 du CGI » (1151 communes selon un article de 2014), soit de « communes de plus de 15000 habitants en forte croissance démographique énumérées par le décret n° 2013-671 du 24 juillet 2013 ». Ces dernières sont toutefois plus rares ;

- La surélévation doit intégrer l'objectif de mixité sociale.



*Surélévation potentielle maximale avant la loi ALUR.
Source : Mairie de Paris*



*Surélévation potentielle maximale après la loi ALUR.
Source : Mairie de Paris*

D'un point de vue réglementaire, une opération de surélévation doit faire l'objet d'une demande de permis de construire surélévation si celle-ci excède les 20 m², auquel cas une déclaration de travaux est suffisante. Cette demande doit être faite auprès de la mairie par l'architecte, le promoteur de cette opération, ou bien le syndic (pour une copropriété). Il est obligatoire d'avoir recours aux services d'un architecte si, après extension, la surface de plancher est supérieure à 150 m².

Dans certains cas, lorsque la surélévation est réalisée à l'intérieur d'un secteur sauvegardé, ou bien au sein d'un périmètre dit de « co-visibilité » d'un monument historique, une concertation avec un Architecte des Bâtiments de France (ABF) peut être nécessaire. Les travaux doivent alors être autorisés par l'ABF. Dans cette situation, son intervention vise à s'assurer que la surélévation s'intègre correctement à ce paysage particulier. Enfin, un encadrement est également effectué par les documents d'urbanisme, dans ce cas les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), avec une limitation en matière de hauteur du bâti.

DIMENSION ECONOMIQUE

Économiquement la surélévation peut être intéressante car, en étant une opération sur un bâtiment déjà construit, elle permet d'éviter l'achat, l'aménagement ainsi que la construction sur un foncier nouveau. De plus, elle peut apporter une plus-value au bien immobilier concerné en augmentant sa valeur patrimoniale à travers sa rénovation, son entretien ainsi que la réduction des charges, à la fois d'exploitation et d'entretien, mais également une valorisation architecturale.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

L'utilisation de la surélévation génère moins d'incidences négatives sur le site même, en termes d'écologie, qu'une construction neuve, en raison de l'absence d'artificialisation, de consommation de nouveaux espaces, de détérioration et d'imperméabilisation des sols, ainsi que d'atteinte aux formes de biodiversité qui s'y sont développées. Toutefois, indirectement, des impacts existent par exemple autour du coût environnemental des matériaux utilisés (production, extraction, fabrication, transport etc.).

En revanche, la surélévation peut être l'occasion de mettre en place d'autres mesures favorables à l'environnement (jardins partagés, toitures végétalisées etc.). Elle peut aussi servir d'opportunité pour améliorer les performances énergétiques du bâtiment, et passer à l'utilisation d'énergies renouvelables telles que le solaire thermique ou bien photovoltaïque, ou la lumière

naturelle zénithale. Elle peut également permettre l'installation de systèmes de récupération des eaux pluviales.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+++	+++	+ / -

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

POINT DE VIGILANCE

Selon le projet, et les usages voulus par cette surélévation (ex. jardins etc.), cet outil peut s'avérer bénéfique pour la biodiversité. Ce n'est toutefois pas nécessairement le cas. Il peut aussi y avoir une dégradation de celle-ci, par exemple si la toiture initiale (avant surélévation) possédait déjà un espace favorable à la biodiversité.

DIMENSION SOCIALE

La surélévation peut s'apparenter, selon les situations géographiques, à la densification d'un tissu. Celle-ci peut faire l'objet d'une certaine réticence de la part des habitants. Plusieurs éléments peuvent en être à l'origine. Par exemple, pour des habitants propriétaires d'un pavillon proche d'une construction devant être reconvertie, la question de la dépréciation de leur bien peut se poser, tout comme la détérioration

de la qualité ainsi que du cadre de vie à l'intérieur de leur quartier, en raison d'un changement des formes urbaines et d'un décalage entre faible et forte densité, de l'augmentation potentielle du trafic, de l'arrivée de nouvelles populations, de potentiels problèmes de stationnement etc.

Pour tenter d'y remédier, la prise en compte de l'environnement du bâti concerné est essentielle. Une bonne insertion au sein de celui-ci permettra d'être plus facilement acceptée socialement. Par exemple, pour une ville connaissant d'ores-et-déjà un niveau important d'urbanisation ainsi qu'un développement vertical, la surélévation sera plus facile à intégrer, mais certainement aussi plus facile à accepter pour ses habitants. D'un point de vue social, la surélévation semble plus particulièrement problématique pour les territoires dont la faible densité et l'urbanisation ne lui permettent pas d'être pleinement intégrée au reste de ce tissu. Cette situation dépend notamment de la surélévation souhaitée, à savoir sur une construction initialement basse (maison) ou non (immeuble).

L'augmentation du nombre d'étages d'un bâtiment ne renvoie pas uniquement à un aspect extérieur de densification. Dans certains cas, la surélévation se justifie par la volonté de développer des activités ou des logements. Ils peuvent alors être avantageux pour la population qui y réside ou y travaille. A titre d'exemple, selon la situation géographique, la création d'activités économiques ou de logements peut permettre de rapprocher les habitants de lieux d'emplois. Dans ce cas, la surélévation, et plus largement la densification dans lequel elle s'inscrit, permet de

concentrer logements, activités, commerces et services dans un périmètre restreint, ce qui permet potentiellement de réduire les déplacements et de faciliter l'accès à toutes ces fonctions urbaines. Elle peut finalement permettre d'établir plus de mixité sociale.

ACTEURS

Cette surélévation pouvant être utilisée sur tout type de bâtiment, les acteurs à l'initiative d'une telle opération sont nombreux. Il peut aussi bien s'agir de particuliers et copropriétés, de collectivités, d'entreprises, de promoteurs immobiliers etc. La condition est qu'ils soient les propriétaires du bâtiment devant être surélevé. En effet, la réalisation d'une telle opération ne peut se faire qu'à l'initiative du ou des propriétaires du bâtiment. Il s'agit d'un facteur important à prendre en compte, car ni l'aménageur ni la collectivité n'ont de maîtrise sur les potentialités de surélévations d'un territoire. La surélévation n'est donc pas facile à insérer au sein des procédures de projet des aménageurs, en termes de financement et de calendrier de réalisation par exemple. Néanmoins, en participant à la dynamique globale de construction à l'échelle d'un territoire, elle doit être intégrée au sein de la stratégie de l'aménageur vis-à-vis du ZAN.

Avant de concevoir ce type de projet, il est notamment nécessaire d'évaluer et de s'assurer de sa faisabilité sur le site, à la fois d'un point de vue des caractéristiques du sol, de l'architecture et de la résistance du bâti. Pour ce faire, l'aménageur doit être assisté de différents professionnels tels que :

-L'architecte, en relation avec un concepteur paysagiste, pour étudier l'intégration de la surélévation au reste du site par un respect des règles édictées en matière d'architecture ;

-Un bureau d'études : Bureau d'Études Structure - BET - pour la structure du bâtiment ; bureau d'études géotechnique pour l'étude des sols. Aux côtés d'un bureau d'études, l'architecte doit aussi veiller à ce que la structure du bâtiment soit suffisamment résistante et capable d'être surélevée. Selon les conclusions tirées, il pourra décider d'orienter le projet vers un certain type de construction, pour alléger l'ensemble par exemple (structure en bois etc.) ;

-L'ingénieur structure pour travailler sur l'ossature de la construction et sa stabilité. D'un point de vue administratif, l'architecte est aussi chargé des démarches administratives tel que le dépôt du permis de construire ou encore la demande d'autorisation pour effectuer des travaux.

De plus, le rôle des documents d'urbanisme est essentiel dans le développement de la surélévation. Leur élaboration est un moment privilégié pour inciter les collectivités à définir des règles qui facilitent les travaux de surélévation, dans le respect par exemple des enjeux de qualité urbaine et de paysage. En effet, afin de participer à la réalisation d'un développement urbain qui soit de qualité les opérations de surélévation doivent être anticipées mais aussi organisées au sein des documents de planification. C'est à partir de cette phase qu'elle doit être prise en compte car ces documents permettent de déterminer les zones

qui sont à densifier. Ils reflètent le développement voulu par un territoire, et peuvent prendre en compte de potentielles incidences négatives, par exemple la détérioration de la qualité patrimoniale et paysagère. De cette manière, l'aménageur pourra avoir un rôle de conseil auprès des élus et services techniques sur ce sujet.

EXEMPLES

Surélévation à vocation résidentielle sur un ensemble de logements à Boulogne-Billancourt (92)

Réalisée au sein d'une opération de « Réalisation Expérimentale » (REX), dans la cité Pierre Grenier de Boulogne-Billancourt, cette surélévation a été terminée en 2000, après 10 ans de travaux. Cette cité faisant face à de nombreuses difficultés sociales pendant cette période, la surélévation au travers des actions nécessaires à sa réalisation (médiation entre habitants, discussion, valorisation de l'espace public etc.) a permis d'établir une mutation importante de cet espace, en termes de désenclavement et de construction d'un lien avec la ville notamment.

De plus, avant le début des travaux, une maîtrise d'œuvre sociale a été chargée de mettre en place une concertation avec les habitants, les élus ainsi que l'État, pour permettre d'établir un dialogue entre chacun des acteurs concernés par le projet. Ce sont la maîtrise d'ouvrage du projet, à savoir le bailleur Hauts-de-Seine Habitat, et la maîtrise d'œuvre Magendie architectes qui sont à l'origine de cette démarche. Ce dispositif aura été instauré pendant une durée d'un an.

Cette opération aura également permis de revoir certains espaces collectifs, ou d'en créer de nouveaux (tels que des emplacements pour vélos, des stationnements en sous-sol), mais aussi de retravailler les différents cheminements. La cité bénéficie alors désormais d'une meilleure intégration vis-à-vis du reste du quartier.

Au total, ce sont 150 logements qui ont finalement été détruits au sein de l'îlot, et 223 construits avec la surélévation.



Surélévation (partie grise du bâtiment) de la cité Pierre Grenier de Boulogne-Billancourt. Source : Hervé Abbadie

Surélévation en partie résidentielle sur un foyer-logement à la Roche-sur-Foron (74)

Réalisée au-dessus du foyer-logement non-médicalisé « Les rocailles du verger », destiné à loger des personnes âgées autonomes au sein de la Roche-sur-Foron, ce projet visait à construire 13 nouveaux logements ainsi qu'une crèche pour permettre d'établir une mixité fonctionnelle. De cette manière, nous pouvons y retrouver une vocation de la surélévation qui n'est pas seulement résidentielle.

Par ailleurs, en plus d'une création de logement et d'un nouveau service, la surélévation a permis

une rénovation thermique du bâtiment et une amélioration de sa performance énergétique en passant de 189 kW/an/m² à 119 kW/an/m². Cela représenterait un gain de 37%.



Surélévation d'un foyer-logement non médicalisé (partie grise du bâtiment) à la Roche-sur-Foron.

Source : De Jong architectes

Surélévation à vocation résidentielle sur des locaux d'activités à Rumilly (74)

Implanté sur un local commercial, ce projet de surélévation a permis de créer 4 logements en duplex. Il a ainsi permis de diversifier les fonctions initiales de ce bâtiment. De plus, en étant situé entre une zone pavillonnaire et une autre d'activités il a également pu participer à relier ces deux types d'espaces mono-fonctionnels.



Surélévation d'un local commercial à Rumilly.

Source : Pascal Rousseau Architecte

POUR APPROFONDIR

CEREMA, Fiche « *Construire sur les toits. Réglementation et mise en pratique des surélévations de bâtiments* », septembre 2016.

Mairie de Paris, « *Surélever son immeuble* », Cahier « *Habiter durable* » [en ligne], septembre 2016. Disponible sur : <https://api-site.paris.fr/images/85422>

Poumarède Matthieu, « *Favoriser la surélévation : l'avènement d'un droit de la construction dérogatoire* » [en ligne], Droit et Ville, 2014/1 (N° 77), p. 207-215. Disponible sur : <https://www.cairn.info/revue-droit-et-ville-2014-1-page-207.htm>

Phytoremédiation

La phytoremédiation est un système de dépollution des sols, d'épuration des eaux usées ou d'assainissement de l'air intérieur, utilisant des plantes, des algues ou des champignons.



La phytoremédiation. Source : Cms-high-tech

DÉFINITION



Exemple de phytoremédiation Source : écohabitat

La phytoremédiation est un processus de dépollution in situ des sols, d'épuration des eaux usées ou d'assainissement de l'air par l'utilisation de plantes vasculaires, d'algues ou de champignons, et par extension par les écosystèmes qui accompagnent ces végétaux.

Différents procédés régissent la phytoremédiation. La phytovolatilisation est un processus d'absorption des polluants présents dans l'eau et dans le sol. Ces polluants sont alors volatilisés sous forme gazeuse par les plantes sous l'effet de la photosynthèse. La phytostabilisation est le recours à des plantes vasculaires pour réduire la mobilité et la diffusion des polluants contenus dans l'environnement : poussières, ions, particules lessivées par l'eau ou transportées par la faune. La phytodégradation est l'accélération de la dégradation des composés organiques polluants par les plantes. Enfin la phytoextraction est un processus par lequel les plantes absorbent et concentrent dans leurs parties aériennes des polluants contenus dans le sol.

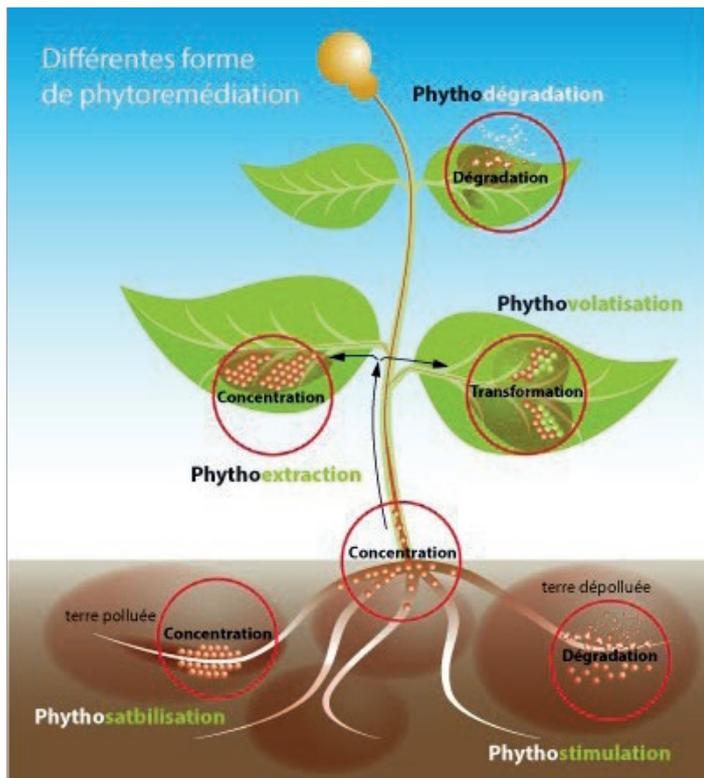
Contrairement à d'autres méthodes de dépollution impliquant l'utilisation de produits chimiques, cette méthode est respectueuse de l'environnement car elle fait intervenir des végétaux et conserve l'état naturel du sol.

ENJEUX

L'enjeu de la phytoremédiation est de rendre à un sol, à l'eau ou à l'air, ses propriétés écologiques naturelles grâce à l'action des végétaux. L'enjeu est non seulement de conserver les sols dans un état favorable à la production agricole, mais aussi de leur permettre de retrouver leur fonctionnalité écologique lorsqu'ils ont été dégradés et contaminés par les activités humaines. Il est ainsi nécessaire de disposer d'outils et de méthodes spécifiques à la reconquête des sols pollués.

DIMENSION TECHNIQUE

Dans le cas d'une pollution du sol à une profondeur de moins de 1,50 m et par des métaux lourds ou des hydrocarbures par exemple, il est intéressant de se tourner vers la technique de la phytoremédiation. La végétation s'adaptera au type de pollution. Après les études qui permettront de déterminer quels polluants sont présents, il est nécessaire de consulter des experts afin de mettre en place la phytoremédiation. Ces experts sont très peu nombreux sur le territoire français en raison de la nouveauté de cette activité.



Processus de la phytoremédiation. Source : googlesites

les régions montagneuses que dans d'autres régions de France ralenti la croissance des végétaux. Dans ce cas-là la qualité des plantes est moindre et elles absorbent peu de polluants.

DIMENSION JURIDIQUE

Aucun cadre juridique ne régit la phytoremédiation. Par ailleurs, la loi française spécifie des protections et des décontaminations de sol concernant les sols pollués par les métaux.

DIMENSION ECONOMIQUE

La dépollution par phytoremédiation coûte moins chère que celles ayant recours aux techniques traditionnelles telles que l'incinération ou le lessivage des sols. Les coûts seraient de 100 à 10 000 fois moins élevés. Les techniques traditionnelles coûteraient en moyenne entre 50 et 500 dollars par tonne de terre traitée, certaines pouvant même excéder les 1000 dollars. Aux États-Unis par exemple, la commission de l'énergie atomique estime que le coût de dépollution par phytoremédiation pour un demi-hectare de terre contaminée au plomb sur une profondeur de 50 centimètres se situe entre 60 000 et 100 000 dollars, tandis que l'excavation et le landfilling du même volume s'évalueraient entre 400 000 et 700 000 dollars.

D'après IDFriche, le coût s'élève de 18 à 40 €/m² de surface de sols traités pour la phytoextraction (hors apport de terre végétale) et de 2 à 12 €/m² de surface de sols traités pour la phytostabilisation extraction. La part de l'investissement initial est relativement important.

POINT DE VIGILANCE

La phytoremédiation convient aux sites où la contamination est peu profonde, c'est-à-dire lorsqu'elle est inférieure à 1,5 m. De plus, les concentrations doivent être relativement faibles pour permettre aux plantes de croître. Il est également déconseillé d'élever des animaux destinés à la consommation humaine à proximité de ces espaces, cela pourrait provoquer une contamination de la viande et causer des dégâts humains. Enfin, selon la région, le processus est plus ou moins long. Par exemple, le fait qu'il fasse plus froid dans

L'investissement correspond à la préparation des sols et l'ajout d'amendements éventuels, la végétalisation des surfaces dont les sols sont pollués et l'éventuelle mise en place d'installations permettant la gestion des eaux de ruissellement. Les charges récurrentes sont principalement liées à l'entretien des plantes. Un traitement des eaux de ruissellement peut aussi être nécessaire. Ces techniques peuvent s'adapter à des surfaces de l'ordre de dizaines d'hectares. Elles valorisent la biomasse et permettent de maintenir la structure des sols. Cependant ces méthodes sont limitées à quelques mètres de profondeur.

Dans certains cas, la biomasse issue des procédés de phytoremédiation peut représenter une ressource valorisable sur le plan énergétique : production de combustible (bois, miscanthus...) biocarburants, biométhane, chimique (chimie végétale) ou l'extraction de métaux (agromine), bien que ces deux derniers aspects soient assez marginaux.

Enfin, ce type de culture peut être agrémenté par des centrales photovoltaïques dans le cadre de culture longue.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Dans le cas d'une phytoremédiation non agricole, l'apport faunistique et floristique est important. En effet, la diversité des espèces végétales permet d'attirer une diversité d'espèces animales.

Il vaut mieux privilégier les espèces indigènes que les espèces exotiques qui peuvent causer des perturbations. Par ailleurs, il est nécessaire de choisir des espèces adaptées au type de polluant détecté dans le sol.

Dans le cas d'une phytoremédiation agricole, l'apport faunistique est souvent limité et peu diversifié, surtout lorsqu'il s'agit d'une monoculture. Il peut être intéressant de laisser se propager les adventices, ou « mauvaises herbes » qui ont un rôle de phytoremédiation.

POINT DE VIGILANCE

Quelques exemple de plantes utilisée en phytoremédiation :

- le colza (pour traiter l'argent ou le mercure) ;
- l'orge (pour traiter l'aluminium) ;
- la fougère (pour traiter l'arsenic, le plomb ou le cadmium) ;
- l'avoine, la lentille d'eau ou le tournesol (pour traiter le cadmium ou le cuivre) ;
- l'osier ou le saule (pour traiter le chrome) ;
- la jacinthe d'eau (pour traiter le cuivre) ;
- le trèfle rouge (pour traiter le zinc) ;
- la moutarde pour nickel et le plomb ;
- les peupliers pour le cadmium et le zinc ;
- les tournesols pour les radioéléments ;
- les saules pour les hydrocarbures et les pesticides.

Certains végétaux sont susceptibles de contaminer les animaux qui les mangent, ce qui peut, à terme, perturber la chaîne alimentaire.

Les polluants absorbés par les plantes risquent de nouveau de contaminer le sol lors de la chute des feuilles. Il faut donc veiller à l'entretien de ces espaces (ramasser les feuilles).

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+++	+++	++

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2

POINT DE VIGILANCE

Dans le cas de monoculture, l'apport pour la biodiversité, bien que présent, demeure très faible.

accessible. Certains espaces ont une vocation pédagogique et sont propices aux actions de concertation et de communication. De plus, cette solution permettrait de maintenir ces liens de façon durable car il s'agit d'un processus relativement long pouvant aller de trois ans à des dizaines d'années.

POINT DE VIGILANCE

Pendant le processus de phytoremédiation, les espaces concernés ne sont pas forcément accessibles aux usagers. Ils ont donc un rôle paysager plutôt qu'un rôle de loisir. Dans le cas d'une fréquentation régulière il est bon d'utiliser le processus excavation qui empêche une fréquentation sur quelques mois alors que la phytoremédiation l'empêche sur une durée plus longue.

DIMENSION SOCIALE

La phytoremédiation est encore trop méconnue. Toutefois c'est une solution valorisée par la population car elle permet de traiter un espace pollué à proximité de leurs habitations sans bruit ni gêne visuelle. En effet, elle permet à la fois de traiter les pollutions et de proposer un aménagement paysager. Des études montrent que les paysages verts ont des effets positifs sur les individus, notamment par la diminution du niveau de stress.

La création d'un espace vert permet aussi de créer un espace de rencontre entre les habitants d'un même quartier dans le cas où le site est

ACTEURS

Les experts du paysage et ou de l'écologie sont concernés afin d'intégrer le paysage et la végétation dans son contexte. Il est évident que cet aspect paysager prendra en compte la faune et la flore locale.

Des experts ont pour rôle de déterminer la pollution des sols, de l'air, de l'eau afin de proposer la meilleure solution.

EXEMPLE

Le parc du peuple de l'herbe

Au sein du Parc du peuple de l'Herbe à Carrière sous Poissy, trois jardins de phytoremédiation sont présents. Un Jardin in situ d'agroforesterie qui traite des traces métalliques et des hydrocarbures. Un autre ex-situ de prairie métallicole à Brassicacea traitant des traces métalliques dans le sol. Enfin, le dernier, ex-situ traite de l'agroforesterie en milieu acide avec le traitement des traces métalliques et Composés Organo-Halogénés Volatils (COHV). Les jardins occupent 400m² chacun. Ils ont été conçus par Gilles Gallinet en 2014-2015.

Ces jardins sont suivis régulièrement tous les deux ans par l'agence Hekladonia. Ces suivis concernent la chimie des sols, la biochimie des végétaux et l'hydrochimie des lixiviats récupérés dans une structure drainante pour les jardins ex-situ. A ces suivis chimiques s'ajoutent des visites techniques détaillées concernant la flore, la pédologie permettant de relever les végétaux présents plantés comme spontanés, de vérifier l'état des structures et aménagements connexes,

d'inspecter les filtres à tourbe et BRF présents en sortie de jardins ex-situ, d'observer les sols vivants restaurés par l'écosystème de phytoremédiation (activité biologique et bioturbation observable).

POUR APPROFONDIR

Jean-Louis Morel, « *Phytoremédiation des sols contaminés, des plantes pour guérir ... les sols* » [en ligne]. Disponible sur : https://www.mediachimie.org/sites/default/files/Chimie%20et%20nature_157pdf.pdf .

Atelier d'Ecologie Urbaine, « *Auditorium de la grande arche Paris, sols urbains et biodiversité* » [en ligne] Novembre 2017 . Disponible sur : http://www.ipecc.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/8_jean-louis_ducreux_aeu_21112017.pdf .



La phytoremédiation au parc du peuple de l'Herbe. Source : Hekladonia

Construction modulaire

Souvent présentes lors des phases de travaux, les constructions modulaires peuvent représenter une façon originale de concevoir la ville.



Exemple d'une construction modulaire. Source : Usine nouvelle

DÉFINITION

La construction modulaire consiste en l'assemblage de modules unitaires préfabriqués et en une organisation de la construction de bâtiments en atelier et non plus à pied d'œuvre (modules fabriqués, assemblés et équipés en atelier). Initialement pensé comme une solution aux besoins fonctionnels du secteur de la construction et des travaux, la mise en place de construction modulaire se démocratise de plus en plus vers des domaines tels que le commerce, l'événementiel, l'éducation ou encore l'habitation. En effet, permettant à l'origine une bonne adaptabilité ainsi qu'un gain de temps et économique au détriment d'un certain confort, ce format a considérablement évolué depuis une dizaine d'années, offrant aujourd'hui de meilleures possibilités architecturales et économiques. Attention à ne pas confondre un bâtiment préfabriqué et un bâtiment modulaire. Bien que ces deux constructions soient basées sur l'assemblage de modules préfabriqués, une construction préfabriquée n'est pas modulable et répond à une structure monobloc conçue totalement en usine et n'offrant pas d'opportunité de changement.



*Exemple de construction modulaire
Source : Algéco*

ENJEUX

Dans le cadre de l'objectif Zéro Artificialisation Nette (ZAN), la question de la rationalisation de l'espace est au cœur des problématiques urbaines. Les politiques de densification ou de transformation du bâti existant se confrontent au manque de réversibilité et à la forte emprise sur les sols des constructions. L'intérêt des constructions modulaires serait alors de proposer un modèle de projets, jouant sur la modularité des bâtis afin de proposer une plus grande amplitude d'action pour les acteurs de l'aménagement sur le long terme. En effet, l'idée de bâtiments pouvant être assemblés, reconfigurés, ou encore désassemblés rapidement et facilement permettrait de lutter contre la désuétude et la déperdition du bâti. Ce qui donnerait également l'occasion de lutter contre l'étalement urbain, en offrant de plus grandes opportunités foncières en intérieur de ville.

La construction modulaire est alors une façon de concevoir un bâti en réfléchissant à son cycle de vie, au renouvellement urbain, mais également aux déchets du BTP. Une démarche qui doit dépasser le simple cadre de l'initiative de construction modulaire et se retrouver dans toutes les filières du BTP afin d'anticiper davantage la fin de vie et la déconstruction.

Malgré tout, il s'agit d'une solution qui garde un impact sur les sols, venant plus ou moins selon le cas artificialisé ces derniers. Cependant, tout comme l'éco-construction, il s'agit d'une alternative pouvant faciliter et accompagner l'atteinte de l'objectif ZAN.



Exemple de containers réutilisés. Source : Blog Bricolage.

DIMENSION TECHNIQUE

Afin de réaliser une construction modulaire, l'ensemble des modules sont produits comme dit plus haut en atelier. Ainsi l'entreprise spécialisée retenue par la maîtrise d'ouvrage, travaille généralement en collaboration avec une agence d'architecture afin de proposer un produit adapté aux attentes du projet. Ces modules peuvent être construits à partir de différents matériaux, le plus souvent en bois, acier ou encore béton. Ils peuvent également faire l'objet d'un recyclage, comme c'est le cas pour d'anciens containers maritimes. Une fois construits, ces modules sont transportés jusqu'au site devant accueillir le nouveau bâtiment. Le site doit au préalable faire l'objet d'un aménagement notamment les VRD. Les modules sont ensuite disposés et assemblés afin de composer le bâtiment. Dans le cadre d'un projet d'extension, ces modules peuvent être pensés pour s'adapter à l'existant que ce soit une construction initialement pensée comme modulable ou non.

L'avantage de ce format est qu'il s'adapte aux besoins des projets, et permet de multiples possibilités. Les modules peuvent être construits

sur mesures ainsi qu'équipés en électricité, plomberie, chauffage et finitions intérieures complètes. Pratiques et faciles à mettre en place et à désassembler, ces constructions représentent également un intérêt afin de garantir la réversibilité, la reconversion ou encore le réemploi du bâti.



Mise en place d'un container. Source : Bulldozair.

Enfin, bien qu'initialement pensés comme étant temporaires, les bâtiments modulaires sont aujourd'hui de plus en plus durables. De fait, la durée de vie d'un bâtiment modulaire va dépendre de plusieurs facteurs :

- de la qualité des matériaux utilisés pour la construction,
- du niveau de protection des parties en acier contre la corrosion (peintures, galvanisation),
- de l'entretien qui sera fait sur le bâtiment modulaire, au même titre qu'une maison ou un bâtiment non modulaire,
- des conditions climatiques.

En fonction de la taille et de l'importance de l'infrastructure, une construction modulaire peut nécessiter un aménagement du site permettant de soutenir la structure. Pour ce faire, le sol peut être artificialisé (bétonisation, structures souterraines, etc) afin de garantir le maintien du bâtiment.

DIMENSION JURIDIQUE

Les modules doivent répondre aux normes CE et RT 2012. Le marquage Conformité Européenne (CE) indique notamment que le fabricant assume la responsabilité de respecter toutes les exigences européennes en matière de santé, de sécurité, de rendement et de protection de l'environnement qui s'applique à ses modules. Ainsi, il respecte les directives européennes sur la performance énergétique des bâtiments. Enfin la Réglementation Thermique (RT) 2012 implique une conception de module devant limiter leurs besoins énergétiques, notamment au travers d'une meilleure isolation et intégration d'équipement performant pour une consommation énergétique réduite.

DIMENSION ECONOMIQUE

D'un point de vue économique, la construction modulaire représente plusieurs avantages. Tout d'abord, la construction et la mise en place des modules demande relativement peu de main d'œuvre et de temps ce qui engendre des gains économiques lors de la phase de travaux. Par ailleurs, la modularité de ces constructions rends les projets d'extensions ou de déconstruction beaucoup moins coûteux car faciles à mettre en place.

Le prix d'une construction modulaire est généralement 20 à 30 % moins élevé qu'une construction non modulaire. Il faut en moyenne compter entre 2 000 et 2 500 euros le mètre carré pour une construction en bois, entre 1 000 et

1 500 euros pour une construction en béton, entre 320 et 450 euros pour une construction en acier. De plus, la main d'œuvre ne compte généralement que pour 15% du prix total comparé à 35 % voir 50% dans une construction non modulaire. Cela dit, il est difficile de donner des ratios ou un prix de la construction modulaire au mètre carré. La nature des parements, la présence de grandes ouvertures, les pièces techniques ou encore la qualité des matériaux font varier le prix.

Ceci dit, l'entreprise experte en construction modulaire Containers Solutions propose deux tranches de prix pour des bâtiments modulaires standards :

- 950 euros du m² HT livré, posé et raccordé en version bureau (hors préparation du terrain - VRD) ;
- 1050 euros du m² HT livré, posé et raccordé en version habitat (hors VRD).

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Une construction modulaire peut présenter plusieurs atouts pour une qualité égale voire supérieure à celle de constructions traditionnelles. Tout d'abord, la méthode de construction est écoresponsable et réduit fortement l'impact des travaux sur le site devant accueillir le nouveau bâti. Ce format permet notamment de réduire les déchets produits au cours des travaux, les polluants rejetés dans l'air et l'eau par les machines sur les chantiers de construction classique. Par ailleurs, les modules conformes aux normes CE et RT 2012, sont construits avec des matériaux traçables de qualité et s'adaptent

parfaitement avec des installations à faible consommation énergétique comme les pompes à chaleur ou les panneaux solaires. Par ailleurs, il représente un moyen de recycler des matériaux, limitant une production de déchets. Par exemple, un bon nombre de ces constructions sont issues de containers maritimes recyclés. Aujourd'hui, la quasi-totalité des modules utilisés est recyclable à 99%.

Ainsi, ces modules présentent de bonnes capacités d'isolation thermique avec une faible consommation énergétique ce qui en fait une alternative viable au modèle de construction traditionnel sur le plan environnemental. Cependant, le véritable intérêt de ces constructions modulaires au regard de l'objectif ZAN, leur potentiel évolutif. Leur grande capacité à être modulable offre une meilleure capacité d'adaptation du bâti aux besoins et évolutions urbaines. Si aujourd'hui encore, ces constructions sont ponctuelles et déployées à petite échelle, elles pourraient permettre à l'avenir de faciliter les dynamiques de densification, de réduction de la consommation énergétique, ainsi qu'une meilleure réversibilité des bâtiments.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+	++	-

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

POINT DE VIGILANCE

Bien que la construction modulaire puisse représenter une alternative pour lutter contre l'étalement urbain, elle représente tout de même une démarche d'artificialisation du sol sur lequel elle est implantée. Cela dit, sa grande modularité permet une meilleure réversibilité que pour une construction traditionnelle.

DIMENSION SOCIALE

Aujourd'hui, la première limite à la construction modulaire est l'acceptabilité de la population pour vivre au sein d'un bâtiment modulaire. De ce fait, la majeure partie des projets en construction modulaire concernent des bâtiments industriels, préfabriqués de chantiers, des extensions, écoles, résidences universitaires ou encore de locaux de commerces mais ne se retrouve encore que très peu au sein des projets d'habitation. La déclinaison de la construction modulaire au sein de tous les domaines du bâtiment suscite des craintes et des préjugés sur la qualité de vie au sein de ce format de bâtiment. Néanmoins, il s'agit encore d'un procédé nouveau, mais il tend à devenir de plus en plus fonctionnel et populaire pour la construction d'habitations. Notamment en raison de son coût moindre, qui le rend plus accessible à un ensemble de personnes, qui ne pourrait pas assumer les frais dans le cadre d'une construction traditionnelle.

ACTEURS

Dans le cadre d'un projet modulaire, l'initiative est le plus souvent prise par la maîtrise d'ouvrage. Par la suite elle va faire appel à une maîtrise d'œuvre spécialisée dans la construction modulaire, tels que des bureaux d'études et agences d'architectures. Enfin, la mise en travaux sera faite par des entreprises du BTP offrant une gamme de modules pouvant répondre aux attentes et plans de la maîtrise d'œuvre.

EXEMPLE

Maternelle modulaire BONDY (93)

Dans le cadre d'un projet d'extension de l'école maternelle Alain Savary à Bondy, le projet a été délégué par l'agence ProContainer, spécialisée dans la construction de modulaires. Pour ce projet, 6 salles de classes devaient être construites dans une ambiance agréable, ludique et lumineuse pour accueillir les enfants.

Pour ce faire, la maîtrise d'œuvre a opté pour une façade de l'école modulaire composée de bardage en bois épicea à claire-voie. Pas moins de 32 structures ont été assemblées en 21 semaines. L'intérêt de la construction modulaire ici était de réduire au maximum les coûts de production ainsi que le temps de travaux.



École maternelle Alain Savary, Bondy. ProContainer.

POUR APPROFONDIR

Werder Kathy, « *Green Building Trends : 7 fun facts about modular construction* ». [en ligne], Triple Pundit, 2015. Disponible sur : <https://www.triplepundit.com/story/2015/green-building-trends-7-fun-facts-about-modular-construction/35021>

Envirolex, « *Quels sont les avantages écologiques d'une construction modulaire ?* » [en ligne], 2020. Disponible sur : <http://www.envirolex.fr/quels-sont-les-avantages-ecologiques-d-une-construction-modulaire%E2%80%89/>

Mayer Nathalie, « *Construction modulaire* ». Futura Maison, [en ligne], 2017. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/maison/definitions/batiment-construction-modulaire-16390/>

Eco-construction

Au fil du temps, la conception des bâtiments est devenue de plus en plus poussée, avec l'emploi de nouveaux matériaux toujours plus complexes afin de garantir une qualité de vie optimale. L'éco-construction peut être considérée comme un retour aux sources, vers des techniques et matériaux plus durables et simples dans leurs élaborations, mais relevant tout de même les attendus de qualité de vie et enjeux contemporains.



Photo Chantier de maison en paille dans le golfe du Morbihan à Sarzeau (56). Source : Botmobil

DÉFINITION

L'éco-construction ou construction durable en aménagement consiste en la réalisation, la rénovation ou la réhabilitation d'un bâtiment en limitant au mieux son impact sur l'environnement, et ce à chaque étape de la construction, et plus tard, de son utilisation, voire de sa fin de vie. Cette démarche a pour objectif de rendre les bâtiments les plus écologiques et les moins énergivores, tout en assurant le confort et la santé des occupants grâce à des techniques de conception et de construction pensées pour réduire au maximum l'impact du projet sur l'environnement.

ENJEUX

En 2013, d'après le bilan annuel de l'ADEME sur les Gaz à Effet de Serre (GES), le secteur de la construction était responsable d'environ 23% des émissions de CO₂ en France. Cette émission de CO₂ s'explique à la fois par la fabrication des matériaux et leur acheminement, mais également par une consommation en énergie forte. C'est pourquoi, depuis plusieurs années la notion d'éco-construction représente une alternative de plus en plus intéressante afin de réduire l'impact du secteur de la construction dans l'émission de Gaz à Effet de Serre (GES). Au-delà de ça, cette alternative s'applique sur l'ensemble des activités de construction, que ce soit la réalisation, la renaturation, la rénovation ou la réhabilitation d'un bâtiment.

Par ailleurs, la consommation énergétique représente également aujourd'hui un enjeu d'amélioration de la qualité du parc bâti français.

D'après le ministère de la transition écologique « *le secteur du bâtiment représente 44% de l'énergie consommée en France* ». L'éco-construction intègre cette problématique et vise à y répondre par la mise en avant d'un modèle de bâtiments qualitatifs avec une consommation en énergie réduite.

En d'autres termes, la démarche d'éco-construction peut représenter plusieurs intérêts dans le cadre de l'objectif ZAN. Elle peut permettre une réduction de l'impact de bâti existant ou en réalisation sur l'environnement. Cela dit, elle ne représente pas une solution afin de réduire l'impact de l'artificialisation des sols et la consommation d'ENAF. Ainsi elle se place comme une solution pouvant faciliter et accompagner des actions permettant d'atteindre l'objectif ZAN. En effet, étant donné que les projets de constructions seront toujours nécessaires, il est indispensable de penser également à notre façon de les concevoir. L'objectif est de proposer un modèle qui puisse réduire la prédation des ressources naturelles et préserver les sites d'exploitations en matières premières, mais aussi de garantir une meilleure durabilité du bâti et, dans une moindre mesure, une capacité à déconstruire sans produire trop de déchets polluants.

DIMENSION TECHNIQUE

Le principe d'éco-construction s'applique sur toute action de construction d'un bâtiment, allant de la simple maison individuelle à un projet immobilier plus complexe telle que la création d'un bâtiment industriel.

La principale technique mise en avant pour proposer une démarche d'éco-construction est l'utilisation au maximum de matériaux dits « biosourcés ». Il s'agit de matériaux issus de matière organique renouvelable, d'origine végétale ou animale. Les caractéristiques de ces matériaux sont hautement reconnues pour leurs performances en matière d'isolation thermique, de confort hygrométrique et d'insonorisation. Nous pouvons retrouver un ensemble d'exemple de matériaux biosourcés répertoriés sur site du ministère de la transition écologique : bois, chanvre, paille, ouate de cellulose, textiles recyclés, balles de céréales, miscanthus, liège, lin, chaume, herbe de prairie, etc. Leurs applications dans le domaine du bâtiment et de la construction sont diverses : structures, isolants, mortiers et bétons, matériaux composites plastiques ou encore dans la chimie du bâtiment (peinture, colles etc.).



Photo forum de l'Éco-construction.

Source : Tendanceouest.

mise en œuvre plus importants. La production de ces matériaux est plus longue, et leur modèle de production peut ne pas supporter une application sur l'ensemble du secteur de la construction. Par ailleurs, ces matériaux doivent répondre aux exigences du Code de la construction et de l'habitat par des évaluations et des documents techniques permettant de garantir un niveau de qualité d'ouvrage et de sécurité.

D'autre part, les bâtiments éco-construits peuvent également accueillir un système d'utilisation d'énergies renouvelables et naturelles avec la mise en place de panneaux photovoltaïque, des chauffe-eau solaires, d'éoliennes, de géothermie, etc., et toutes les énergies issues de la biomasse, telles que le bois, le biogaz, le compostage. Les éco-constructions peuvent également chercher à intégrer des systèmes de traitement des déchets (phyto épuration, lagunage, compostage, toilettes sèches etc.) et de récupération d'eau pluviale, participant ainsi à l'amélioration de la résilience écologique autour de la bâtisse. Cette démarche peut également être appuyée par une réflexion autour de la conception du projet répondant à une logique de conception dite « bioclimatique ». Elle consiste à limiter les besoins d'énergie du bâtiment par une optimisation des formes urbaines, intégrant une meilleure exposition au soleil, aération naturelle, etc.

POINT DE VIGILANCE

Cette démarche présente certaines limites. Tout d'abord elle peut rapidement se heurter à des contraintes d'application à grande échelle et impliquer des délais et frais de



Ecole publique et durable de la petite ville côtière de Jaureguiberry, en Uruguay. Source : Martín Espósito.

DIMENSION JURIDIQUE

Aujourd'hui en France, aucune loi n'encadre le référentiel afin de qualifier une démarche d'aménagement « d'éco-construction ». Il s'agit d'une démarche libre. Cependant, l'objectif étant de proposer un bâtiment performant limitant le plus possible son impact sur l'environnement, ce dernier devrait alors répondre aux normes de Haute Qualité Environnementale (HQE). Il s'agit d'un label qui « vise à limiter à court et à long terme les impacts environnementaux d'une opération de construction ou de réhabilitation, tout en assurant aux occupants des conditions de vie saine et confortable ». Cependant, ce label a des limites car il ne prend pas en compte l'ensemble des éléments qui entrent dans la conception d'une habitation. Il autorise ainsi la laine de verre comme isolant, alors que celle-ci n'est pas considérée comme économe en énergie. Par ailleurs, les constructions faites selon certains matériaux tels que les bâtiments en bois BBC ouvrent droit à certains avantages financiers, notamment une extension de COS.

DIMENSION ECONOMIQUE

Le choix d'insérer son projet dans une démarche d'éco-construction implique alors l'utilisation de matériaux biosourcés. Ces matériaux, bien que bon marché comme la paille, la fibre de bois ou encore la ouate de cellulose, possèdent des coûts qui remontent rapidement à celui d'une construction avec des matériaux traditionnels en raison d'une main d'œuvre souvent plus nombreuse et mobilisée plus longtemps. Malgré tout, le prix varie en fonction du matériau retenu, qui peut revenir beaucoup moins cher dans le cas d'un matériau local et favorisant le circuit court. Par ailleurs, dans la majeure partie du temps, ils ne représentent qu'une partie de la construction, avec une application quasi exclusive sur le plan de l'isolation.

Isolants écologiques	Isolants classiques les plus utilisés
Ouate de cellulose : entre 15 et 20 euros/m ² Fibre de bois : entre 18 et 20 euros/m ² Textile recyclé : entre 10 et 14 euros/m ² Laine de chanvre, lin : entre 15 et 20 euros/m ² Liège expansé : entre 75 et 80 euros/m ²	Laine de verre : entre 15 et 20 euros/m ² Laine de roche : entre 10 et 12 euros/m ²

Tableau des tarifs des isolants écologiques, comparés aux isolants classiques. Source : 18h39, plateforme de brand content, Castorama. article de Marie Tétrel. 2018

Cela dit, sur la longue durée, les qualités isolantes de ces matériaux ont un intérêt sur la facture en consommation d'énergie. L'investissement est rapidement rentabilisé grâce aux économies d'énergies, d'entretien et de maintenance générées.

Le budget d'investissement peut toutefois s'avérer plus élevé, surtout si on intègre des technologies. Mais ce surcoût concerne principalement le bilan énergétique (étude thermique poussée, capteurs solaires, régulation, chaudière performante ou poêle de masse etc.). La différence s'inverse en quelques années (de 5 à 10 ans) par les économies d'énergies, de maintenance et d'entretien générées.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

L'objectif premier de l'éco-construction est d'éviter le plus possible l'utilisation de matériaux qui nécessite beaucoup d'énergie d'extraction, de fabrication et de transport, ainsi que de matière première. Pour ce faire, cette démarche doit également valoriser le plus possible l'utilisation de matériaux locaux afin de privilégier un circuit court. L'intérêt écologique est à la fois de réduire les émissions de GES lors de l'approvisionnement mais également de proposer un modèle de bâtiments dont la qualité des fondations permet une bonne performance énergétique. Ces matériaux doivent être pensés pour proposer une bonne isolation permettant à long terme de réduire la consommation énergétique. C'est pourquoi l'éco-construction peut aussi bien s'appliquer sur des opérations nouvelles que sur des projets de rénovation et de réhabilitation du bâti existant.

De plus, l'équipement en nouvelles techniques et technologies d'approvisionnement en énergies représente aussi un moyen de poursuivre cette volonté de réduction.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
-	-	+

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

POINT DE VIGILANCE

Les éco-construction permettent en générale de réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO₂. Cependant ils constituent tout de même une démarche d'artificialisation des sols.

DIMENSION SOCIALE

L'éco-construction tend à devenir de plus en plus populaire. Son intérêt écologique et son coût relativement similaire à un format de construction traditionnel en fait une alternative de plus en plus accessible. La mise en place d'éco-construction représente également une démarche de sensibilisation de l'utilité de bâti plus performants et respectueux de l'environnement.

ACTEURS

La mise en place d'un projet d'éco-construction dépend de la volonté de la maîtrise d'ouvrage (MOA). En fonction de la volonté de la MOA d'insérer son projet urbain dans une dynamique plus respectueuse de l'environnement, elle peut décider de proposer la réalisation d'un bâti éco-construit. Pour ce faire, elle peut avoir recours à une maîtrise d'œuvre spécialisée.

Par exemple :

- Bureaux d'études structures spécialisés en structure bois qui sont partie prenante dans la filière bois ;
- Bureaux d'études thermiques ;
- Bureaux de contrôle (assistance technique sur la solidité de l'ouvrage, sécurité des personnes).

Selon leurs compétences, la maîtrise d'œuvre peut assister l'architecte en phase de conception, durant les travaux ou à la réception de l'ouvrage.

Enfin, dans l'objectif de proposer des bâtiments alliant qualité de vie, respect de l'environnement et performance économique, l'Alliance HQE - GBC représente une association d'utilité publique. Elle a pour mission de conseiller et d'accompagner les acteurs de l'aménagement dans la mise en place de projet d'éco-constructions.

EXEMPLE

Maison écologique et neutre en énergie à Montfort l'Amaury

Après avoir réalisé dans les Yvelines la « Bonne Maison » pour Yann Arthus-Bertrand et le siège de son agence à énergie positive, l'architecte Emmanuel Coste a fait de nouveau appel à ses compétences en éco-construction dans le cadre d'un projet pris en exemple par l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME).

Implantée sur un terrain de 250 m², la « Maison Canopée » doit son nom à l'environnement très boisé dans lequel elle a été bâtie. Elle présente des performances énergétiques exceptionnelles préfigurant aux normes de 2020 en matière de construction. Cette habitation a été conçue sur le principe des maisons bioclimatiques passives. L'enjeu pour l'architecte a été d'obtenir une maison à la fois :

- Économe en ressource et en énergie ;
- Particulièrement bien intégrée à son environnement ;
- Agréable à vivre au quotidien.

Pour y parvenir, Emmanuel Coste a eu recours :

- A des éco-matériaux (bois, terre crue, plaques gypse cellulose, peintures naturelles etc.) ;
- A des dispositifs d'isolation et de chauffage écologiques (poêle à bois, puits canadien

hydraulique, triple vitrage etc.) ;

- Aux énergies renouvelables (capteurs solaires thermiques et photovoltaïques) ;

- A un système de gestion économe en eau (cuves de rétention des eaux pluviales, système de recyclage des eaux grises et des équipements hydro-économes) ;

- A l'aménagement d'une piscine naturelle équipée d'un système de traitement de l'eau entièrement biologique (procédé OASE).



La maison « Canopée » de Montfort l'Amaury.

Source : maisoncanopee

POUR APPROFONDIR

CAUE 41, « *Les acteurs de la filière éco-réhabilitation et éco-construction* » [en ligne], 2012-2014. Disponible sur : <http://www.cae41.fr/wp-content/uploads/2015/04/partie-5-Acteurs.pdf>

Picbleu, « *Habitat sain, construction durable ou éco construction* » [en ligne], 2015. Disponible sur : <https://www.picbleu.fr/page/habitat-sain-construction-durable-ou-eco-construction#Des%20enjeux%20qui%20ne%20sont%20pas%20un%20effet%20de%20mode>

Surélévation mise sur pilotis

La mise sur pilotis consiste à améliorer la réalisation de nouvelles constructions en réduisant l'occupation au sol d'un bâtiment. Elle permet ainsi de lutter contre l'artificialisation des sols, et peut même participer à rendre meilleure leur qualité écologique.



« La Canopée », un exemple de surélévation sur pilotis. Source : Vincent Montiers

DÉFINITION

La mise sur pilotis vise à porter une réflexion sur l'artificialisation d'un bâtiment. Il s'agit d'une construction reposant sur des piliers (en bois, acier, ou béton) et visant à soutenir une partie plus ou moins importante d'un bâtiment afin qu'il ne soit pas en contact direct avec le sol.

Cette surélévation peut être utilisée :

- Dès la conception d'un bâtiment, avec la surélévation d'une partie plus ou moins importante ou de l'intégralité de celui-ci. Dans ce cas, c'est le « socle » même de la construction qui est concerné ;

- Une fois le bâtiment construit en l'agrandissant. On parle alors d'extension sur pilotis.

En matière d'artificialisation, la mise sur pilotis peut être bénéfique en permettant de réduire l'artificialisation des sols à travers une réduction de l'occupation faite par un bâtiment. Cela est possible à condition que le sol libéré ne soit pas recouvert de revêtements imperméables, que les fondations ne prennent pas trop de place, que l'artificialisation des sols reste limitée (ce qui n'est pas visible en surface pouvant dissimuler une artificialisation souterraine importante), et qu'un travail d'optimisation des constructions soit effectué. La partie au sol est ainsi un enjeu important dont il faut se soucier, à la fois en termes de minéralisation mais aussi de fermeture de l'espace libéré par les pilotis qui est parfois réalisée, pour y installer un parking par exemple.

ENJEUX

Cette méthode permet de répondre à un besoin (logements, activités, services etc.) tout en ne couvrant pas l'intégralité du sol, et ainsi en réduisant son artificialisation. Selon les types de projets, les enjeux de la mise sur pilotis peuvent par exemple être d'ordre écologique avec la possibilité d'avoir des espaces verts, une meilleure intégration paysagère, une amélioration du cadre de vie, une intégration et préservation de la biodiversité, une meilleure perméabilité des sols ; elle est aussi d'ordre économique avec l'augmentation de la valeur d'un bien immobilier etc.

L'ensemble de ces éléments en faveur de l'environnement et de la qualité de vie des populations est avantageux dans le respect de l'objectif ZAN, car si la conception d'un bâtiment sur pilotis est correctement réalisée (c'est-à-dire sans imperméabilisation des sols), l'artificialisation doit être limitée. La qualité des sols peut même être rendue meilleure en restant végétalisée. Dans cette situation, cela participe à recréer un lien fort entre espace d'habitat et de nature, et ce notamment pour les habitants, dans leur vie quotidienne.

DIMENSION TECHNIQUE

La surélévation sur pilotis à l'avantage de s'adapter à une variété de sols, inclinaisons et reliefs différents. Cette technique bénéficie d'une adaptation importante. En effet, les constructions sur pilotis peuvent aussi bien aller sur :

- L'eau, ce qui permet d'en être protégé tout en profitant de sa proximité ;
- Un sol « mou » (sable, terrain qui est inondé ou inondable), en permettant d'avoir un ancrage important dans le sol, plus précisément au sein de la couche qui est la plus solide du sous-sol ;
- Un terrain dénivelé.

Elle permet ainsi d'être plus ou moins indépendante de la topographie d'un terrain, par exemple en se servant d'une pente pour organiser l'espace comme souhaité. De cette manière, l'utilisation des pilotis est particulièrement favorable aux sols instables, l'installation de pieux est malgré tout plus difficile lorsque le sol est rocheux ou bien argileux. Un sol qui est dense permettra aux pilotis de supporter un poids plus important. Ce type de terrain, par la mise sur pilotis, devient alors plus facilement aménageable. D'autant que cette méthode permet de limiter les travaux de terrassement qui dégradent les sols et posent d'autres enjeux environnementaux (déplacement de matériaux, consommation de terres végétales issue des ENAF etc.). Ceci participant à en faire une solution capable d'être vertueuse et respectueuse de l'objectif ZAN.

Dans le même temps, la mise sur pilotis permet d'agrandir une surface habitable. Selon les situations ce type de surélévation peut aussi permettre d'agrandir la surface habitable d'un bâtiment existant. Dans ce cas, cela permet de conserver l'aspect initial d'un bâtiment, d'une maison, tout en s'adaptant directement au terrain en question, à sa topographie.

Selon différents critères, économiques et architecturaux notamment, le choix des

matériaux pour les pilotis peut varier. Trois types principaux de pilotis existent, chacun avec des caractéristiques, des avantages et contraintes différents d'après l'agence de construction XENA.

Le pilotis en bois : il s'agit d'un type de pilotis nécessitant des travaux moins importants en raison d'un enfoncement plus facile dans le sol. Il est adapté pour les constructions en bois et pour tous types de terrains, mais il demande un entretien régulier. De plus, le bois doit être traité pour qu'il soit plus résistant face à l'humidité.

Le pilotis en acier : il est plus solide et résistant que celui en bois et peut supporter tous types de construction, en revanche il nécessite également un entretien régulier.

Le pilotis en béton (en béton armé) : il peut permettre la construction sur un terrain possédant un fort dénivelé, et s'avère être particulièrement intéressant pour les terrains qui sont meubles ou inondables. De plus, il n'a pas besoin d'un entretien qui soit particulièrement important, contrairement aux deux autres types de pilotis. Il demande toutefois davantage de travaux.

Le choix du type de pilotis doit également se faire en fonction des types de projets voulus, de la structure ainsi que du terrain. Pour ce faire, un architecte est nécessaire, ainsi que la réalisation d'une étude approfondie des caractéristiques du sol. Cette dernière est indispensable étant donné que la base de la structure dépend de piliers plantés dans le sol. Il faut ainsi avoir une connaissance des conditions géologiques du site tels que les mouvements sismiques, ou climatiques avec par exemple le gel, pour

éviter les dégradations du bâti, les risques pour les personnes, et le paiement de frais supplémentaires par la suite en cas de problème. Les pilotis peuvent par ailleurs être plantés plus ou moins profondément dans le sol. La hauteur entre le sol et la construction, soit la hauteur des piliers, varie également.

Ce type de surélévation comporte cependant certains inconvénients. Tout d'abord, d'après le média financier France Finance, en matière d'isolation, les parties du bâtiment qui sont surélevées ne possèdent pas d'isolation géothermique naturelle. Il faut donc porter une attention plus particulière sur cette question de l'isolation que pour une construction plus classique. Selon les situations ce coût peut être élevé. Il peut aussi exister un risque de gel pour les conduites d'eau (sous la structure). Une mauvaise répartition du poids du bâtiment peut provoquer un tassement de ses fondations, les pieux peuvent également être amenés à bouger en cas de mauvaise pose à l'issue d'un mouvement du sol.

DIMENSION JURIDIQUE

Pour encadrer certaines de ces constructions, il existe une législation permettant de protéger de nombreuses zones d'un point de vue du paysage architectural. Cela peut contraindre la réalisation d'une mise sur pilotis des constructions.

Ce sont notamment les documents réglementaires d'une commune, tels que les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), qui permettent d'encadrer la réalisation d'une telle opération, avec par exemple une limitation de la hauteur du bâti.

De plus, si la hauteur (plus spécifiquement d'une maison) ne dépasse pas les 12 mètres, et l'emprise au sol les 40 m², une déclaration de travaux est suffisante. Dans le cas contraire, il faut savoir si le plan de construction s'inscrit dans un espace dont le patrimoine est protégé. Si l'emprise au sol dépasse les 40 m² le permis de construire est obligatoire.

DIMENSION ECONOMIQUE

Dans le cas où la construction sur pilotis est effectuée à l'intérieur d'un secteur sauvegardé, ou dans un périmètre de « co-visibilité » d'un monument historique, une concertation avec un Architecte des Bâtiments de France (ABF) peut être obligatoire. L'intervention d'un ABF a pour objectif de veiller à la bonne intégration du bâtiment dans ce paysage particulier.

Une structure entièrement sur pilotis revient moins chère, car il n'y a pas besoin de couler une dalle comme support. Son montant peut cependant évoluer selon le choix des matériaux, la superficie et le type de construction souhaité. Il est alors difficile de faire une estimation précise, également parce que ce type de surélévation est mieux documenté dans le cas de maisons que d'immeubles. Ce type de construction permet malgré tout d'améliorer la valeur du bien pour ses propriétaires.

Dans le cas d'une maison, le prix moyen se situerait entre 800 et 1000 euros au mètre carré selon le média financier France Finance, alors que pour une maison sans pilotis le prix au m² excède souvent les 1000 euros. Pour une construction

sur pilotis, cela varie cependant en fonction de différents critères, notamment le choix du matériau du pilotis. Par exemple, en fonction de l'essence de bois choisie, le pilotis en bois est la solution la plus onéreuse des trois pilotis. Il est toutefois plus écologique que les autres en étant un matériau renouvelable et parmi les moins polluants. A l'inverse, le pilotis en métal possède le prix le plus faible. Celui en béton a quant à lui un prix intermédiaire.

En parallèle de ces différents types de matériaux, il est également important de prendre en compte le projet souhaité (superficie, objectif du projet, caractéristiques et type d'implantation des pieux etc.) afin de sélectionner le pilotis qui soit le plus à même de convenir.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

La construction sur pilotis représente une artificialisation des sols bien moins importante qu'une construction plus traditionnelle. En effet, le sol est moins couvert (en-dehors des piliers et selon l'utilisation de revêtements), alors que cette technique permet dans le même temps d'avoir une augmentation de la surface habitable. Une attention particulière doit malgré tout être portée sur les piliers et leurs fondations. Celles-ci doivent être limitées auquel cas l'intérêt de construire sur pilotis, dans le cas de l'objectif ZAN, est moins présent. A ce titre, aucune structure telle qu'un parking souterrain ne doit être réalisée. Les sols doivent être occupés seulement par les piliers porteurs de l'ensemble de la construction. D'un point de vue environnemental, cette méthode s'avère également contraignante

dans l'entretien de la végétation en-dessous du bâtiment, en matière d'arrosage par exemple. De plus, la plantation d'une végétation à cet endroit nécessite de choisir une flore spécifique qui soit capable de se développer avec peu, voire pas du tout de lumière.

Il est important de prendre en compte que la mise sur pilotis présentée ici ne peut pas être bénéfique à l'objectif ZAN si la surface libérée par la surélévation est mal entretenue ou recouverte par un revêtement imperméabilisant. Libérer de l'espace au niveau du sol est essentiel afin de conserver sa perméabilité, et ainsi une bonne circulation de l'eau. Il s'agit d'un des intérêts majeurs de cette solution. Sans cela elle n'a pas d'intérêt à être utilisée pour respecter l'objectif ZAN.

De plus, la surélévation signifiant l'augmentation de la hauteur d'une construction, elle doit amener à réfléchir à la cohérence de celle-ci vis-à-vis du reste du paysage.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
++	+ / -	+

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

POINT DE VIGILANCE

Selon le projet, il y a un risque d'imperméabilisation des sols. La surélévation peut participer à la réduction de l'artificialisation si les matériaux choisis et la structure du bâti le permettent.

Selon le projet, il y a un risque de consommation d'espaces et/ou d'ENAF. La surélévation peut aussi bien être appliquée au cœur d'un centre urbain, en périphérie, ou bien à la place d'un ENAF.

Selon le projet, il y a aussi un risque d'atteinte à la biodiversité. Cela dépend de l'utilisation faite de l'espace libéré par cette surélévation. L'implantation des pieux, leur profondeur et largeur, est aussi à prendre en compte.

DIMENSION SOCIALE

La mise sur pilotis est bénéfique pour les usagers du bâtiment concerné. Elle permet d'agrandir un bâtiment (dans le cas d'une extension), d'éviter les risques d'inondations, et de conserver un espace disponible en-dessous de la surélévation (plus ou moins important selon les projets).

Plus généralement un bâtiment sur pilotis peut avoir un certain intérêt esthétique et architectural, et ainsi participer à améliorer la qualité du paysage.

Elle peut toutefois poser un problème en termes d'acceptabilité sociale car elle signifie l'augmentation de la hauteur d'un bâtiment. Il peut aussi y avoir une incidence sur l'accès au bâtiment, ce qui s'avère être contraignant selon les personnes qui le fréquentent, par exemple des personnes à mobilité réduite. Cet aspect est particulièrement important à prendre en compte, d'autant plus pour des bâtiments devant être accessibles au public. En dépit du type de

ACTEURS

bâtiment, la mise sur pilotis peut être utilisée. Les acteurs prenant l'initiative de mettre en place une telle opération sont multiples. Il peut s'agir de collectivités, de particuliers et copropriétés, de promoteurs immobiliers, d'entreprises etc.

En amont, il faut évaluer et s'assurer que ce projet est possible sur le site concerné, en termes de caractéristiques du sol, d'architecture et de résistance de la construction. Afin d'y parvenir, l'aménageur doit travailler aux côtés de différents professionnels tels que :

- Le géotechnicien afin d'étudier précisément la composition du sol ;
- L'architecte, avec un concepteur paysagiste, pour travailler sur l'intégration du bâtiment au reste du site, et ce selon des règles édictées en matière d'architecture ;
- Un bureau d'études (bureau d'études géotechnique pour travailler sur l'étude des sols ; Bureau d'Études Technique - BET, pour la structure du bâtiment). Avec un bureau d'études, l'architecte veille aussi à la résistance de la structure du bâtiment et à sa capacité de surélévation. En fonction de cela, il pourra par la

suite décider de se diriger vers un certain type de construction, pour rendre l'ensemble plus léger par exemple (structure en bois etc.) ;

- L'ingénieur structure afin d'étudier l'ossature de la construction et sa stabilité.

EXEMPLE

Le projet Canopée de l'architecte Patrick Arotcharen à Bayonne



« La Canopée ». Source : Vincent Montiers

Situé au sein de la ZAC du Sèque, un éco-quartier implanté en zone périurbaine, le projet Canopée est un ensemble d'immeubles de bois, d'acier et de maçonnerie qui rassemble près de 50 logements (12 maisons individuelles et 38 logements collectifs) sur une surface habitable totale de 3400 m² (pour une parcelle de 5000 m²). Livré en 2012, ce projet a coûté près de 5 millions d'euros (hors taxes).

Selon l'agence d'architecture Patrick Arotcharen, cette opération « a pour enjeu la densité dans la nature et répond à trois exigences : l'exploitation respectueuse d'un espace arboré, le renouvellement de l'habitat social et de hautes performances environnementales ».

Dans ce projet le choix a été fait d'une intégration

des immeubles qui soit respectueuse des espaces naturels existants. De cette manière, la réflexion est la suivante : le projet architectural vise à s'adapter au terrain concerné, et non l'inverse. Pour illustrer cette idée, Patrick Arotcharen affirmait alors en 2014 que « lorsqu'on veut être dense, on a tendance à casser le relief, à éradiquer toute la végétation et à venir poser un monolithe sur une pelouse. Là, nous avons conservé le relief, les végétaux et on a distribué les logements entre les arbres ». L'existant est donc préservé.

Pour permettre de conserver au mieux l'état existant, et limiter l'impact des bâtiments sur le sol, tout en permettant aux logements de bénéficier le plus possible d'une lumière naturelle, le choix s'est ainsi porté sur le pilotis. Le titre même de ce projet reflète d'ailleurs ce concept de surélévation, comme l'affirme l'architecte : « Notre projet, que nous avons finalement baptisé « la Canopée », puise son inspiration dans la tradition basque des palombières perchées dans les arbres ».

L'objectif est alors d'avoir une intégration qui soit la plus optimale vis-à-vis du terrain, de la nature et de sa préservation. Pour y parvenir, le pilotis a semblé être la meilleure option mais elle n'était pas suffisante. En effet, pour l'architecte en charge de ce projet, il fallait également surveiller au plus près les impacts sur les racines de ces piliers, ces fondations qui seront plantés, pour poursuivre davantage cette volonté de préservation. En plus de la préservation de l'existant de nouvelles espèces d'arbres ont été plantées, des espèces naturellement présentes sur ce site et donc en adéquation avec celui-ci, pour assurer son renouvellement. Alignements de peupliers et zones forestières s'alternent alors.

Finalement, cela permet aussi d'améliorer la qualité de vie des habitants en privilégiant un cadre naturel car pour l'architecte « *Le choix d'élever les logements sur pilotis permet de préférer, au vis-à-vis des voitures, la cime des arbres et la lumière* ». La gestion des eaux pluviales s'en trouve également facilitée en raison d'une imperméabilisation réduite au minimum. A noter que les parkings extérieurs ont aussi fait l'objet de cette même volonté de réduction des impacts sur l'environnement en étant végétalisés. La circulation entre les différents bâtiments se veut notamment plus respectueuse avec la mise en place de passerelles surélevées en bois pour relier les différents logements.



Les passerelles en bois de « La Canopée ».
Source : Vincent Montiers

Pour parvenir à la réalisation de ce projet de nombreuses recherches ont été menées pour permettre à la fois aux logements d'avoir un impact réduit sur le sol, de bénéficier d'un ensoleillement important et ce en toute saison, d'avoir des perspectives qui soient dégagées sur le paysage, ainsi qu'un vis-à-vis limité. De plus, pour permettre d'avoir des logements accessibles (logements sociaux), le seuil des 1450 euros HT

au m² habitable ne devant pas être dépassé, le choix de la préfabrication et son optimisation ont permis d'atteindre cet objectif financier.

POUR APPROFONDIR

Agence d'architecture Patrick Arotcharen, « *La Canopée* » [en ligne]. Disponible sur : <http://arotcharen-architecte.fr/project/zac-du-seque-la-canopee-bayonne/>.

Stéphane Miget, « *Habiter dans les arbres pour limiter l'impact au sol des constructions* » [en ligne], Le Moniteur, 2014. Disponible sur : <https://www.lemoniteur.fr/article/habiter-dans-les-arbres-pour-limiter-l-impact-au-sol-des-constructions.1251789>.

Béton drainant

Le béton drainant est perméable, il est une solution alternative au béton « classique » imperméabilisant les sols.



Exemple de Béton drainant. Source : Teralta

DÉFINITION

D'après le dictionnaire professionnel du BTP, le béton drainant, aussi appelé béton poreux ou béton formulé, sert à « *obtenir une forte porosité afin de permettre l'absorption et le drainage de l'eau* ».

Le béton formulé est composé comme un béton classique de ciment, de granulats, d'eau auxquels on ajoute des fibres de polypropylènes et des adjuvants spécifiques qui permettent la création de suffisamment de vides pour assurer un écoulement naturel de l'eau. Résistant et doté d'une importante porosité, il demande, comme toute surface en béton, une préparation minutieuse du terrain en amont pour demeurer stable et performant dans le temps.

Il possède toutefois une résistance mécanique inférieure à un béton classique, du fait de sa porosité. Sa résistance au trafic est donc limitée, il est alors sujet au risque de gravillonnage dans le temps (déchaussement des gravillons).

ENJEUX

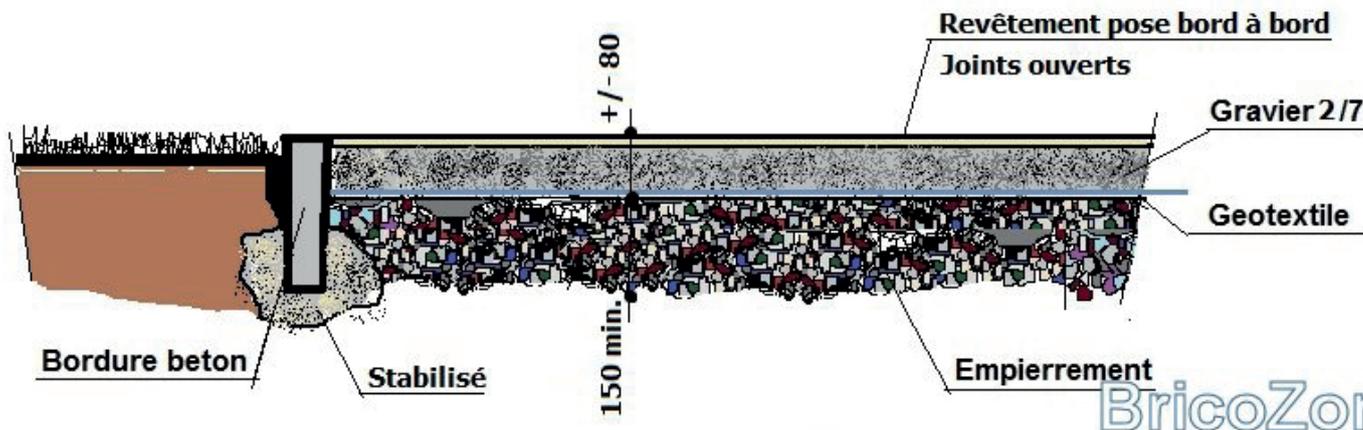
Le béton drainant a pour but de lutter contre l'imperméabilisation des sols. Ses propriétés lui permettent de répondre aux problématiques de ruissellement des eaux pluviales.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

D'un point de vue de la biodiversité, le béton drainant ne permet pas le développement de la faune et de la flore.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+++	-	-

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2



Exemple de bassin de rétention. Source : Bricozone

Bricozone

POINT DE VIGILANCE

Malgré la mise en place de cette solution perméable, des ENAF sont tout de même consommés.

En termes de cadre de vie, le béton drainant possède également des qualités pour l'usage piétonnier. En effet, celui-ci ne retenant pas d'eau sous forme de flaque sur la chaussée, il permet au piéton de déambuler en toute sécurité durant toutes les saisons et de lui assurer un confort égalant le bitume. De plus, il est praticable par de nombreux usagers, de la voiture au piéton en passant par les vélos, les PMR ou encore par tout autre engin à deux roues.

EXEMPLE

Entre la future gare de L'Hay-les-Roses (94) et son centre-ville

Afin de pallier le manque de sécurité à proximité de la gare de L'Hay-les-roses, la solution associée au projet est un béton drainant anti-flaques d'eau avec des inclusions de motifs colorés, à base de granulats décoratifs et luminescents. Il permet un confort d'usage toute la journée, la nuit et durant toutes les saisons.



Béton perméable entre la gare et le centre-ville de L'Hay-les-roses. Sources : ville de L'Hay-les-roses

POUR APPROFONDIR

Tout sur le béton, « *Le béton drainant : quant il pleut ... il draine !* » [en ligne]. Disponible sur : <https://www.toutsurlebeton.fr/le-ba-ba-du-beton/le-beton-drainant-caracteristiques-avantages-et-prix/>

Artisan Breton, « *Le béton drainant, poreux ou perméable* » [en ligne]. Disponible sur : <https://www.artisanbeton.fr/beton-drainant.html>

Chaussée à structure réservoir

Les axes de circulation sont des composantes majeures des projets d'aménagements, ils sont l'un des principales causes de l'artificialisation. La chaussée à structure réservoir est un des moyens permettant la gestion des eaux pluviales.



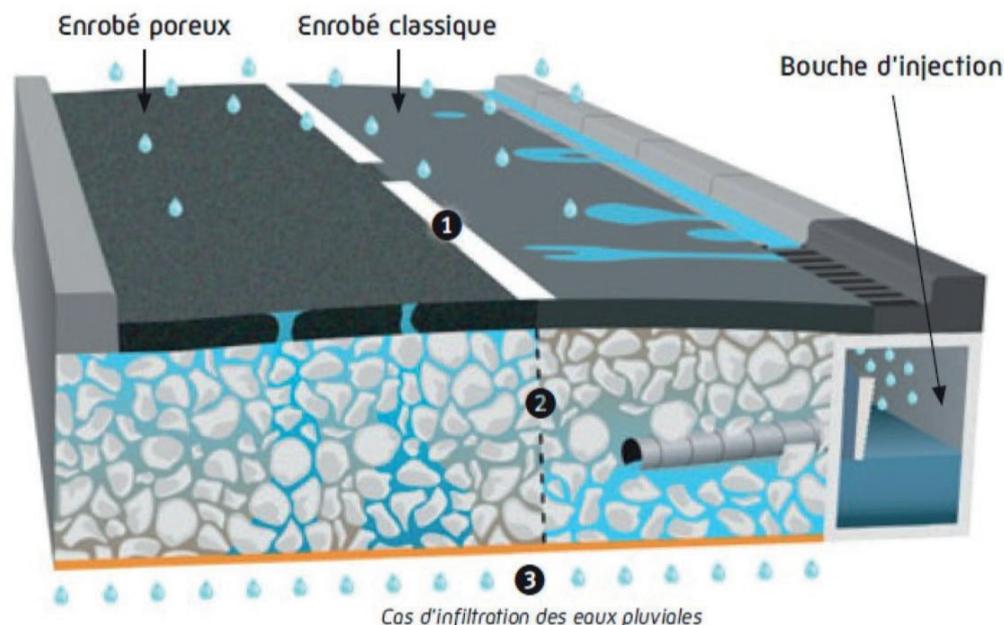
Exemple d'une structure réservoir. Source : Eurovia

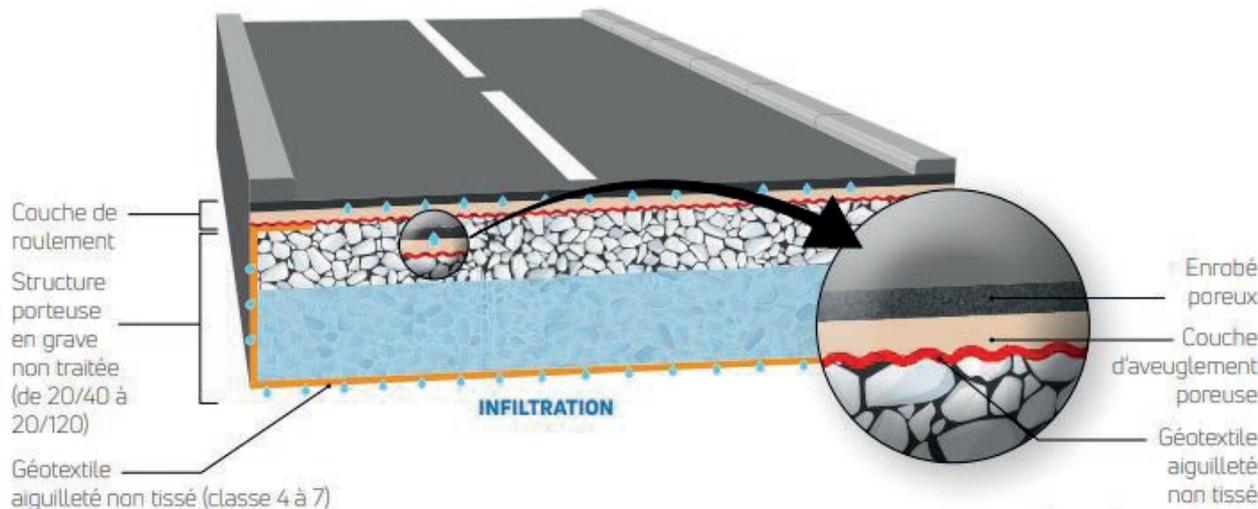
DÉFINITION

Les chaussées à structures réservoirs sont des ouvrages qui permettent de stocker temporairement des eaux de pluies dans un ouvrage souterrain souvent situé en sous sol d'une rue, d'un parking ou d'un trottoir. Pour certaines, elles ont la particularité d'avoir plusieurs couches constituées de matériaux perméables permettant le passage des eaux à travers chaque couche, et conférant ainsi à ces chaussées cette fonction d'absorption des eaux pluviales. Tandis que pour celles avec une couche de roulement imperméable, les eaux sont orientées vers un avaloir qui les acheminent vers le réservoir de captage, pour finir vers un exutoire une fois la capacité moyenne de rétention atteinte.

Sur le plan technique, la prise en compte du volet mécanique et du volet hydraulique se fait en amont du projet. Les principales questions qui seront prises en compte pour le volet hydraulique se rapportent à la porosité des matériaux, la surface de stockage des réservoirs et le volume d'eau à stocker ; tandis que dans le volet mécanique, il sera pris en compte le trafic ou la mobilité sur la chaussée, la portance du sol (pour la résistance aux charges induites).

Cette structure est réalisée avec plusieurs couches : le sol support qui représente la couche de dessous compactée. Cette couche supportera directement une « couche de forme », au-dessus de laquelle viendra une première





Coupe technique d'une chaussée réservoir perméable Source : ADOPTA

couche perméable de géotextile qui permettra de laisser les eaux s'infiltrer dans le sol. La structure poreuse sera ensuite recouverte d'une deuxième couche de géotextile perméable au-dessus duquel viendra la couche de roulement pouvant être en béton bitumineux poreux par laquelle les eaux seront infiltrées.

L'entretien de cet ouvrage sera périodique. Il s'agit d'un curage du dispositif de captage des eaux et de drainage ; ainsi qu'un contrôle périodique de la couche de roulement.

ENJEUX

Les chaussées à structures réservoirs, comme d'autres chaussées perméables, répondent à des enjeux en matière de gestion des eaux. Cela comprend la collecte, le stockage, puis l'évacuation des eaux au travers de réservoirs situés en-dessous de la chaussée.

Ces structures permettent alors une meilleure

régulation des eaux de pluies de par son fonctionnement, notamment par le stockage qui retient les eaux évitant ainsi les risques de saturation des réseaux d'eau et par la suite l'évacuation progressif afin d'éviter la remontée des eaux à la surface du sol.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

D'un point de vue écologique, les chaussées à structure réservoir facilitent le drainage des eaux sans toutefois permettre la mise en place d'une biodiversité.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+++	-	-

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2

POINT DE VIGILANCE

Le taux de perméabilité de cette structure est inférieur au taux d'infiltration d'un sol naturel.

Sur le plan social ces structures jouent un rôle d'amélioration de la qualité de vie des usagers. En effet, une chaussée à structure réservoir prévient d'éventuels risques d'inondation, et remédie à la stagnation des eaux de pluies susceptibles d'être inconfortables pour les usagers et leurs déplacements (dégradation de la chaussée).

EXEMPLE

Lotissement du Général Delestraint à Lambres-lez-Douai (59)

Une chaussée réservoir a été mise en place dans le cadre du projet de lotissement du Général Delestraint à Lambres-lez-Douai (59) dans le département du Nord, en région Hauts-de-France. Ce choix visait à assurer une meilleure gestion et un meilleur assainissement des eaux et également à prévenir/atténuer d'éventuelles inondations.



Photographie d'une chaussée réservoir. Source : Adopta

POUR APPROFONDIR

Adopta, « Une voirie lourde à structure réservoir » [en ligne]. Disponible sur : https://adopta.fr/wp-content/uploads/2016/07/Fiche-de-Cas-9_ADOPTA.pdf

Cerema, « Chaussées poreuses urbaines », juin 1999.

Lille métropole, « Les chaussées à structure réservoir » [en ligne]. Disponible sur : http://services-urbains.lillemetropole.fr/public/doc/eauxPluviales/08_Fiche_Technique_5.pdf

Jardin de pluie

Un jardin de pluie est un dispositif de gestion des eaux pluviales à la parcelle. Il existe trois types de jardins de pluie, en fonction de la capacité d'infiltrabilité des sols.



Exemple d'un jardin de pluie. Source : Guide bâtiment durable

DÉFINITION

Le jardin de pluie est une dépression du sol (naturelle ou artificielle) plantée et de faible profondeur. Il est installé à la sortie d'un système de récupération des eaux (gouttières, routes, trottoirs etc.).

Tout d'abord, il assure la fonction d'un jardin avec la présence de divers végétaux. La plupart du temps il est donc sec. Par temps de pluie, il permet la récupération et la rétention des eaux de ruissellement.

Cet aménagement permet une gestion quantitative de ces flux, au travers de leur évapotranspiration et de leur infiltration naturelle lente. Il assure également une gestion qualitative de ces eaux. De par la présence de végétaux, de bactéries et des microorganismes, les eaux sont épurées, dépolluées avant de s'infiltrer dans les sols.

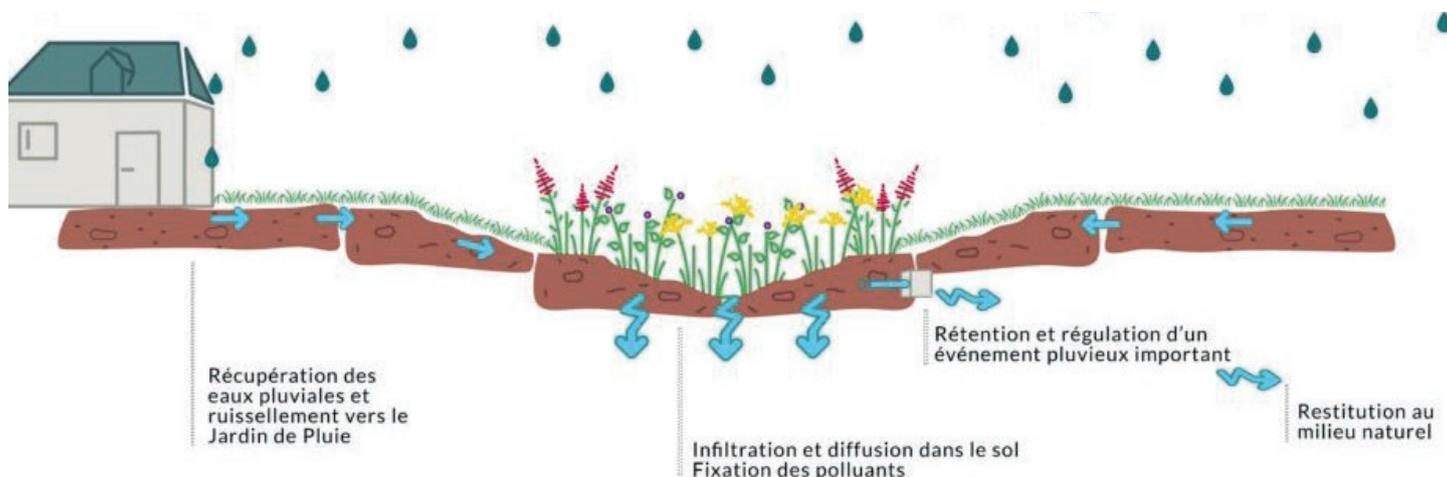
ENJEUX

Un jardin de pluie permet de gérer les eaux pluviales. L'augmentation de l'urbanisation et de l'imperméabilisation des territoires révèle les limites des réseaux de gestion des eaux (saturation) et de leur structure. Dans le contexte du changement climatique, qui tend en France à concentrer les précipitations, la gestion des eaux pluviales est un enjeu de plus en plus important. Ainsi, le jardin de pluie permet de ralentir l'écoulement des eaux de surface dans les réseaux de collecte.

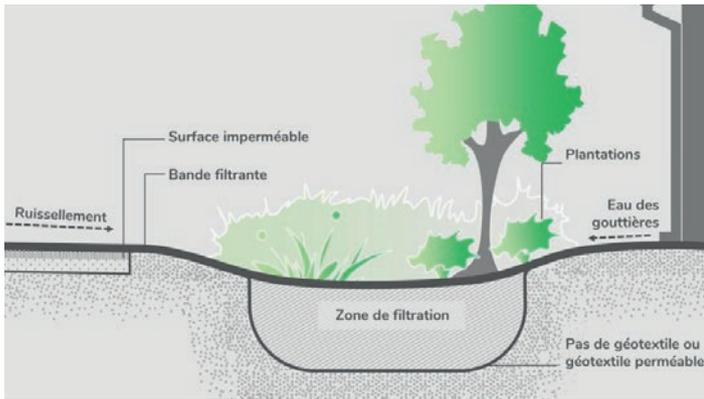
DIMENSION TECHNIQUE

Il existe trois types de jardin pluviaux en fonction des capacités d'infiltrabilité des sols.

Le jardin pluvial infiltrant : il est mis en place sur les sols perméables qui permettent une infiltration naturelle des eaux stockées. On ne place pas de drain dans ce cas.



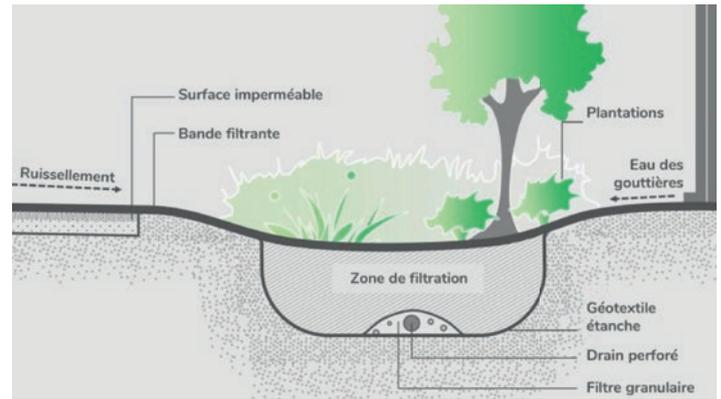
Schématisme du fonctionnement d'un jardin de pluie. Source : Aquatris.



Schématisme d'un jardin pluvial infiltrant.

Source : Bruxelles environnement

Le jardin pluvial semi-infiltrant : il est installé sur des sols moyennement perméables. Il permet l'infiltration des eaux mais aussi de réguler le débit des eaux stockées en évacuant le trop-plein vers un autre exutoire grâce à un drain surélevé.

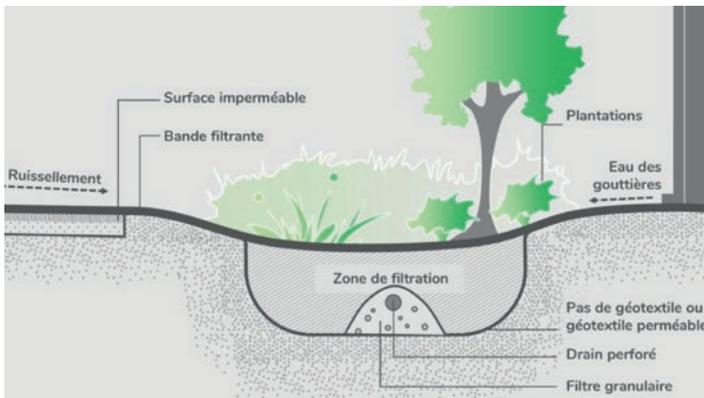


Schématisme d'un jardin pluvial drainant.

Source : Bruxelles environnement.

La superficie d'un jardin pluvial varie selon les surfaces collectrices de ruissellement.

Pour aménager un jardin de pluie, il est important de réfléchir au substrat. Pour les sols perméables, il suffit de creuser une dépression. Pour les sols moyennement perméables ou imperméables, il faut recréer un substrat, avec du gravier, du sable ou encore un remblai de la couche supérieure du sol. Pour les sols pollués, il est nécessaire d'installer une membrane étanche au fond du jardin pour éviter l'infiltration des polluants.



Schématisme d'un jardin pluvial semi-infiltrant.

Source : Bruxelles environnement.

Le jardin pluvial drainant ou étanche : il est créé sur des sols imperméables, pollués ou encore à proximité des nappes phréatiques. Cet aménagement stocke et filtre les eaux. Par la suite, le drain permet d'évacuer les eaux vers un réseau ou un autre exutoire. L'infiltration des eaux n'est donc pas permise.

Le jardin de pluie peut être saturé lors de pluies très abondantes ou fréquentes. Il faut donc réfléchir à la surverse pour évacuer le trop-plein pour ne pas risquer d'être inondé. Pour cela, la construction d'une ouverture dans les buttes qui entourent le jardin peut être pensée pour laisser l'eau s'écouler. L'installation d'un tuyau semi-enterré est une autre solution.

Pour des raisons techniques, il y a nécessité d'intégrer la conception du jardin de pluie dans la phase d'avant-projet. Durant la construction,

il devra être protégé pour ne pas être pollué ou recouvert.

POINT DE VIGILANCE

La perméabilité d'un jardin de pluie est optimale après plusieurs mois voire plusieurs années. En effet, le retour de certaines espèces telles que le ver de terre ainsi que le développement racinaire des espèces végétales prend du temps.

Le développement racinaire de certaines espèces pose un risque potentiel de détérioration des réseaux.

DIMENSION JURIDIQUE

Il n'existe pas de législation particulière sur les jardins de pluie.

Cependant, selon le Code civil, tout propriétaire a le droit de disposer des eaux pluviales qui s'écoulent sur son terrain. Il est également soumis à la servitude d'écoulement des eaux. Pour respecter cela, le propriétaire peut mettre en place un jardin de pluie pour organiser l'écoulement des eaux pluviales.

Le Code de l'urbanisme régit les conditions de collecte et d'écoulement des eaux pluviales, selon l'article R 111-8.

Le jardin de pluie peut intégrer le zonage réglementaire d'assainissement pluvial, qui peut être dans le Plan Local d'Urbanisme (PLU) ou le Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi). Ce zonage peut aussi intégrer le Schéma Directeur de Gestion des Eaux Pluviales (SDGEP).

DIMENSION ECONOMIQUE

Les coûts de construction varient en fonction du type de jardin pluvial mis en œuvre, des aménagements à faire, des matériaux qui le constituent ou encore des végétaux choisis.

Si un jardin de pluie est construit sur un site déjà en dépression, c'est un coût en moins. Pour un jardin pluvial semi-infiltrant ou drainant, il faut installer un drain, ce qui représente un coût supplémentaire. Le jardin pluvial drainant nécessite la présence d'une membrane étanche, d'un drain, mais aussi la conception d'un substrat permettant le développement des espèces végétales. Un jardin de pluie infiltrant sera donc moins cher qu'un jardin de pluie drainant.

Le coût d'entretien varie aussi en fonction de la gestion que l'on souhaite mettre en place. Cet espace demande peu d'entretien. Cependant, si une allure soignée du jardin est souhaitée, le coût d'entretien devient plus important.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Le jardin de pluie renforce les continuités écologiques de la trame verte et bleue d'un territoire.

Le jardin de pluie végétalisé permet de créer un habitat pour la biodiversité.

A l'échelle de la parcelle, un jardin de pluie drainant permet de récupérer les eaux. Ainsi, elles peuvent permettre d'arroser les espèces végétales à proximité, comme un potager, et donc de limiter l'utilisation de l'eau potable.

POINT DE VIGILANCE

Un jardin pluvial doit regrouper une diversité d'espèces végétales pour assurer le meilleur traitement des eaux de ruissellement. Il est donc important de favoriser les plantes locales et indigènes, mais surtout adaptées à des conditions variables, alternant entre les périodes de sécheresse prolongée et d'inondation.

Type de toiture	Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
Jardin infiltrant	+++	+	+++
Jardin drainant	-	+	+
Jardin semi-infiltrant	++	+	++

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

POINT DE VIGILANCE

La notion d'imperméabilisation est à nuancer en fonction du type de jardin mis en place. Un jardin pluvial drainant est imperméable, contrairement à un jardin pluvial infiltrant. L'apport pour la biodiversité est aussi à nuancer. Si une diversité de végétaux n'est pas mise en œuvre au sein de ce jardin de pluie, l'apport pour la biodiversité est donc moins important.

DIMENSION SOCIALE

Le jardin de pluie est inspiré de la nature. Il permet de créer un espace planté de végétations qui s'intègrent au paysage. Il met également en valeur la place de l'eau et améliore aussi le cadre de vie des individus.

ACTEURS

Les intercommunalités peuvent créer des jardins de pluie, selon la taille du projet. En effet, les communautés d'agglomération et de communes portent la compétence de gestion des eaux pluviales. Les services techniques de l'eau, de l'assainissement, des espaces verts ou encore de la voirie des collectivités territoriales sont les acteurs principaux de la création et de la gestion des jardins de pluies.

Les agences de l'eau peuvent contribuer au financement de la création d'un jardin de pluie.

Des experts, tels que les bureaux d'études techniques et d'ingénierie spécialisés dans les eaux de surface, mettent également à disposition leurs connaissances et compétences au service des collectivités territoriales, des entreprises et des particuliers.

EXEMPLES

Les jardins des pluies de la ville de Bram

La commune de Bram, située dans la région Languedoc Roussillon Midi Pyrénées, accueille 3 500 habitants. Elle est localisée sur une plaine alluviale qui est victime de précipitations orageuses estivales violentes ou pluvieuses au printemps ou à l'automne. Le changement climatique pourrait entraîner l'augmentation de ces précipitations. Cette commune doit donc faire face à deux problématiques :

- L'écoulement des eaux usées vers la station d'épuration ;
- L'écoulement des eaux de ruissellement.

Suite à l'appel à projet « Osons désimperméabiliser » de l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, la commune a construit un projet qui a pour objectif à la fois d'aménager un jardin de pluie pour la gestion des eaux pluviales, et d'être attractif pour les résidents du quartier sud du Téoulel.

Ce projet a pour but de combler le « trou de botte » qui est l'exutoire du réseau pluvial du quartier, constitué d'une excavation profonde avec des berges pentues. Il permet d'aménager 3 bassins rectangulaires d'environ 40 mètres, 20 mètres, et 2 mètres de profondeur. Au total, cela représente 2 400 m². Les berges de ces jardins de pluie seront douces (entre 33% et 45%) pour la sécurité des individus qui se promènent à proximité.

Le projet se base aussi sur la végétalisation adaptée au milieu aquatique de la parcelle. La commune a installé 25 essences d'arbres et

450 espèces d'arbustes et plantes. Cela permet ainsi d'embellir le projet. Étant à proximité d'un quartier résidentiel, la commune a souhaité laisser l'accès libre à tous les individus en construisant notamment un escalier et une rampe d'accès pour les personnes à mobilité réduite. Ce projet a débuté en 2015 et fut réalisé en quelques mois seulement. Le maître d'ouvrage est la mairie, notamment le service technique communal.



Les jardins de pluie de la commune de Bram en cours d'aménagement. Source : Didier Routoulp.

Ce projet a coûté 40 000 euros. L'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse est un partenaire important du projet, également au niveau du financement car elle a participé à 50%. Par la suite, la ville de Bram a été lauréate du concours des « Travaux Communaux Durables Audois » et a obtenu le premier prix de la catégorie « Eau et Assainissement », selon l'association des Maires de l'Aude et la Fédération Régionale des Travaux publics.

Ces aménagements ont permis à la ville de sécuriser le quartier face aux fortes précipitations et inondations possibles, de créer un lieu attractif et d'agrément pour les habitants, et de développer la trame verte et bleue de la commune.

POUR APPROFONDIR

ADEME, « *Valoriser les eaux pluviales en jardin de pluie* » [en ligne], 2015. Disponible sur : <https://occitanie.ademe.fr/sites/default/files/valorisation-eaux-pluviales-jardin-pluie-bram.pdf>

CEREMA, « *Comportement hydrologique de jardins de pluie : une convention de partenariat de recherche Ville de Paris - Cerema* » [en ligne], 2020. Disponible sur : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/comportement-hydrologique-jardins-pluie-convention>

CEREMA, « *Vers une approche intégrée de l'eau dans la planification : PLUi et GEMAPI* » [en ligne], 2020. Disponible sur : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/approche-integree-eau-planification-plui-gemapi>

Office National de l'eau et des milieux aquatiques, « *Aménagement et choix des végétaux des ouvrages de gestion des eaux pluviales de proximité* » [en ligne], 2014. Disponible sur : Aménagement et choix des végétaux des ouvrages de gestion ...[www.plante-et-cite.fr > files > ressource > file:239](http://www.plante-et-cite.fr/files/ressource/file:239)

O2D Environnements, « *Eaux pluviales : lois et réglementation appliquées aux différentes échelles territoriales* » [en ligne], 2017. Disponible sur : <https://www.o2d-environnement.com/observatoires/reglementation-eaux-pluviales/>

Université du Nebraska, « *Conception d'un jardin de pluie* » [en ligne], 2013. Disponible sur : https://drive.google.com/file/d/1blpHXNnIEQ_ONRza1tn-2r_AmUYjpapD/view

Noue

Une noue est un ouvrage linéaire de gestion des eaux pluviales à l'échelle de la parcelle. Il existe trois types de noues, en fonction de la capacité d'infiltrabilité des sols.



Exemple d'une noue. Source : Cité Verte

DÉFINITION

La noue est une dépression du sol, plus large et moins profonde qu'un fossé, qui permet de collecter, de stocker et de réguler les eaux de pluie et de ruissellement en ralentissant leur évacuation.

Tout d'abord, les eaux pluviales sont acheminées soit directement soit par un ouvrage d'alimentation. Elles sont stockées, pour ensuite être infiltrées naturellement dans le sol, s'évapotranspirer ou encore être évacuées vers un exutoire par le biais d'un ouvrage de régulation.

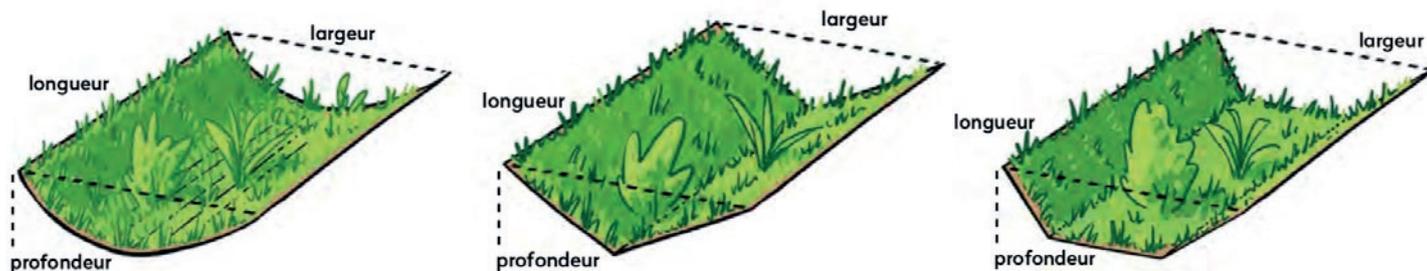
Il existe plusieurs types de noues, en fonction des conditions d'infiltrabilité du sol. La noue infiltrante est celle permettant la meilleure absorption, elle n'a pas besoin de système d'évacuation ; la noue mixte possède une perméabilité moyenne, elle permet une infiltration naturelle des eaux et leur évacuation en débit réduit vers un exutoire ; la noue de tamponnage, ou drainante n'a quant à elle pas de capacité d'infiltration des eaux, elle se charge de les stocker avant de les acheminer à débit réduit vers un exutoire, grâce à un système d'évacuation.

A noter que pour des raisons techniques, il est nécessaire d'intégrer la conception de noues dans la phase d'avant-projet.

Le profil de la noue peut également prendre différentes formes. En effet, le fond de l'ouvrage peut être courbé, triangulaire ou encore trapézoïdal.

ENJEUX

La noue permet une meilleure gestion des eaux pluviales. L'augmentation de l'urbanisation des territoires, l'imperméabilisation des sols, et la concentration des précipitations (contexte de changement climatique) participent à la saturation des réseaux de gestion des eaux, la gestion des eaux pluviales devient alors un enjeu prenant de plus en plus d'importance. A ce titre, la noue permet de ralentir en surface cet écoulement des eaux au sein des réseaux de collecte.



Schématisme des différentes formes d'une noue (courbé, triangulaire, trapézoïdale).

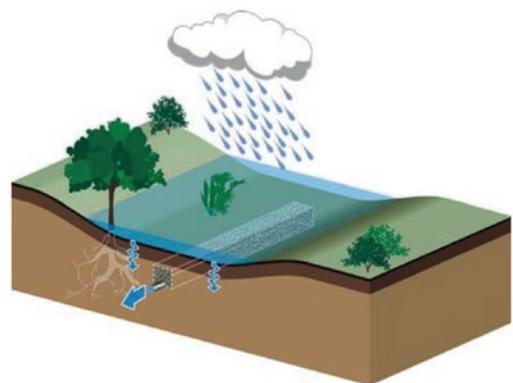
Source : Agglomération Loire Forez.



Schématisme d'une noue infiltrante.
Source : Architecture et climat



Schématisme d'une noue drainante.
Source : Architecture et climat



Schématisme d'une noue mixte.
Source : Architecture et climat
Atelier ZAN 2 / GUIDE 2021

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Une noue peut être considérée comme une zone humide. Elle renforce ainsi les continuités écologiques de la trame verte et bleue d'un territoire.

Lorsque la noue est végétalisée, elle permet de créer un habitat pour la biodiversité. Elles peuvent alors être des écosystèmes. La présence de certains végétaux peut aussi permettre la phytoremédiation. Les eaux de pluies sont donc filtrées avant leur infiltration ou évacuation.

POINT DE VIGILANCE

Pour la végétalisation d'une noue, il est important de favoriser les plantes locales et indigènes, mais surtout adaptées à des conditions variables, alternant entre les périodes de sécheresse prolongée et d'inondation.

Solution	Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
Noue infiltrante	++	+	+
Noue drainante	-	+	+
Noue mixte	+	+	+

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2

POINT DE VIGILANCE

Une noue a une emprise foncière plus importante qu'un fossé. Pour y remédier, elle peut être plurifonctionnelle, et accueillir des activités de loisirs notamment.

La notion d'imperméabilisation est à nuancer en fonction du type de noue mis en place. Une noue drainante est imperméable, contrairement à une noue infiltrant.

Une noue permet aussi de sensibiliser les individus à la place de l'eau dans la ville et à la gestion des eaux pluviales. Elle s'intègre également au paysage, notamment avec son agrément paysager (espèces végétales). La présence de l'eau et d'espaces végétalisés permet finalement d'améliorer le cadre de vie des individus.

POINT DE VIGILANCE

La noue infiltrante peut être humide en son fond. Certains usages ne sont pas forcément développés sur cet ouvrage.

En cas de mauvaise réalisation et gestion, des nuisances peuvent apparaître. En effet, la stagnation des eaux peut entraîner des nuisances olfactives ou la prolifération de moustiques. Il faut donc veiller au bon aménagement et à l'entretien de ces ouvrages pour qu'il n'y ait pas d'eau stagnante (pentes suffisantes, enrochement, cunette etc).

EXEMPLE

Exemple La ZAC du Clos d'Ambert à Noisy-le-Grand

Noisy-le-Grand est une commune du département de Seine-Saint-Denis. Elle compte environ 66 000 habitants. Sur un terrain en friche d'environ 8 hectares, une opération de ZAC a été lancée. Elle avait vocation à créer un nouveau quartier accueillant 1 200 logements, un jardin central de 7000 m² et des équipements. Cette opération a été portée par la commune et la société publique locale d'aménagement SOCAREN en tant qu'aménageur.

En raison de l'augmentation du coefficient d'imperméabilisation du périmètre, l'enjeu lié à la gestion de l'eau était important au sein du projet. Des mesures de réduction/compensation de l'impact ont été réalisées, avec la création de noues mixtes et d'un bassin de rétention de 2000 m².



Plan masse de la ZAC du Clos d'Ambert à Noisy-le-Grand.
Source : Alternative architecture.

Les noues sont aménagées sur plusieurs rues et allées de la ZAC. Elles sont végétalisées par des arbustes et arbres et accueillent aussi un système d'évacuation.



Photographies des noues mixtes végétalisées à la ZAC du Clos d'Ambert à Noisy-le-Grand. Source : Cécile Pfister.

POUR APPROFONDIR

Symasol, « *Gestion des eaux pluviales : guide pour la mise en œuvre de techniques alternatives* » [en ligne], 2016. Disponible sur : <http://www.symasol.fr/wp-content/uploads/2016/08/Fiche-WEB-3-Noues-et-fosse%C3%8C%C2%81es.pdf>

Loire Forez Agglomération, « *Gestion intégrée des eaux pluviales* » [en ligne], 2020. Disponible sur : https://www.loireforez.fr/wp-content/uploads/2020/01/GUIDE_EAUX_PLUVIALES_BD.pdf

Lille Métropole, « *Les noues et fossés* » [en ligne], 2020. Disponible sur : http://services-urbains.lillemetropole.fr/public/doc/eauxPluviales/06_Fiche_Technique_3.pdf

Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, « *La noue* » [en ligne], 2010. Disponible sur : <https://www.guidibatimentdurable.brussels/servlet/Repository/if-eco-construction-oge01-noue.pdf?ID=34302>

Sol en stabilisé

Dans le but de lutter contre artificialisation et l'imperméabilisation des sols, le stabilisé est une alternative pour les circulations à la fois les mobilités actives et motorisées.



Exemple d'un sol en stabilisé. Source : Magento

DÉFINITION

Un sol stabilisé est un revêtement perméable fabriqué à partir d'éléments minéraux tels que du gravier. Ce matériau peut varier selon sa taille, sa couleur ou en fonction des minéraux. Il est compacté de façon mécanique et peut être renforcé avec un liant, on parle alors de stabilisé renforcé. Les sols stabilisés sont utilisés dans le cadre de cheminements pour les mobilités actives.

Avant la mise en œuvre de la couche de stabilisé, il faut s'assurer de la portance de la structure. Enfin, il faut tenir compte des schémas de fonctionnement des eaux pluviales.



Sol en stabilisé. Source : Boisset

ENJEUX

Les sols en stabilisé permettent de répondre à des enjeux d'imperméabilisation des sols et de gestion des eaux de ruissellement. En effet, grâce à leur perméabilité, les eaux de ruissellement s'infiltrent plus facilement dans le sol et permettent d'éviter les inondations et la dégradation des chaussées

qui se traduisant par la formation de nids de poules ou de fissures.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

D'un point de vue écologique, les sols en stabilisés facilitent le drainage des eaux sans toutefois servir de support à la biodiversité.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
++	-	-

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2

POINT DE VIGILANCE

La perméabilité de ce revêtement n'est pas aussi efficace que la perméabilité d'un sol naturel.

EXEMPLE

Parc Naturel de Passeligne à Boé

Ce parc d'une soixantaine d'hectares comprend 30 hectares de terre et 30 hectares d'eau avec le lac de Passeligne et de Pelissier. L'intégralité du site, soit 14 km de cheminement mis bout à bout, est composé de cheminements en stabilisé. Ce matériau a été proposé afin de permettre une perméabilité des sols ainsi qu'une cohérence esthétique en relation avec la Garonne qui borde cet espace



Le stabilisé, un échos à la Garonne.

Source : Hôtel du Lac.

POUR APPROFONDIR

Syndicat Mixte d'Action pour l'Expansion de la Gatine, « *Les sols stabilisés* » [en ligne], 2011. Disponible sur : http://www.intragatine.org/paysgatine/portail2/ressources/guide-materiaux/materiaux-revetement/02-les_sols_stabilises-guide_materiaux_pays_gatine_2011.pdf

Ooreka, « *Sable stabilisé* » [en ligne]. Disponible sur : <https://sol.ooreka.fr/astuce/voir/658485/sable-stabilise>

Structures alvéolaires

Les structures alvéolaires allient les qualités des pavés bétons, des stabilisés mais aussi des engazonnements selon leurs compositions. Ils permettent la gestion d'eau pluviale au sein d'espaces routiers et/ou piétons



Exemple d'un sol alvéolaire rempli de stabilisé. Source : Grand Lyon

DÉFINITION

Deux types de structure alvéolaire existent, celle en préfabriqué béton et les structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL). Les premières sont utilisées pour la création de places de parking engazonnés par exemple. Les deuxièmes sont utilisées essentiellement dans le domaine du BTP notamment pour la création de cheminements piétons. Elles sont enterrées dans le but de pouvoir gérer l'eau pluviale de par sa perméabilité. Il est possible par ailleurs de guider l'eau afin qu'elle soit acheminée dans un ouvrage particulier ou qu'elle soit stockée sous l'ouvrage.

Les plaques alvéolaires sont relativement simples à installer. Pour faciliter cette installation, un soin particulier doit-être amené à la préparation du sol et sur les couches de fondations qui vont accueillir les plaques. Différents matériaux peuvent intégrer la structure alvéolaire à savoir des pavés bétons, des graviers du sable, mais aussi de la terre semée de gazons ou sédum.

ENJEUX

L'enjeu majeur de ce type de matériaux est la perméabilité. Il permet de laisser passer l'eau de ruissellement en cas de crue ou de forte pluie.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

La perméabilité de ce type de structure favorise la meilleure gestion des eaux, ce qui est un point positif d'un point de vue environnemental. L'engazonnement qui est la plus courante, ne possède qu'un aspect visuel pour les utilisateurs, et en aucun cas n'apporte un bienfait écologique pour la biodiversité.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
++	-	-

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2



Trois typologies de structures alvéolaires. Source : Tanguy / Ex Et Terra / Breincosmart

POINT DE VIGILANCE

Malgré les semis de gazon qui peuvent être réalisés, il n'y a aucun apport écologique pour la biodiversité.

Une structure alvéolaire n'a pas la même capacité d'infiltrabilité qu'un espace de pleine terre.

EXEMPLES D'APPLICATION

Parking engazonné de l'Hôpital Charles Perrens à Bordeaux.

Pour la rénovation des stationnements, l'hôpital a choisi de mettre en œuvre un sol de parking végétalisé grâce à des dalles alvéolaires. Avec un système d'infiltration verticale et de réutilisation des eaux, ce parking engazonné présente une forte fréquentation répond tout de même à des enjeux de la gestion durable des eaux pluviales. La végétalisation améliore également le cadre de vie des usagers grâce à la vision du « vert » dans les milieux urbains.



*Parking engazonné de l'hôpital Charles Perrens.
Source : o2d*

POUR APPROFONDIR

O2d, « *Parking gazon à forte fréquentation : cinq ans après mise en oeuvre, toujours aussi vert !* » [en ligne], 2011. Disponible sur : <https://www.o2d-environnement.com/realisation/parking-gazon-a-forte-frequentation/>

Toitures végétalisées

Les toitures végétalisées sont des aménagements plantés composés de matériaux et de végétaux installés au sommet d'une construction architecturale.



Les toitures végétalisées en milieu urbain. Source : Yuji Kotaniw

DÉFINITION

On distingue couramment trois formes de toitures végétalisées. La toiture végétalisée extensive est utilisée pour son poids léger et son entretien réduit. Elle se compose de plantes succulentes, rampantes et résistantes : les sédums mais aussi de graminées. La présence de ces espèces végétales peut être spontanée ou anthropique. Le système se dit extensif si la végétation peut se développer dans une surface de terre inférieure à 15 cm. Ce type de toiture n'est accessible que pour de l'entretien.



*Exemple de toiture extensive.
Source : Terreaux et Compagnie.*

Une toiture végétalisée semi-intensive possède une gamme végétale plus importante que les toitures extensives. Elle possède une épaisseur de terre variant entre 15 et 30 cm, ce qui représente une surcharge pouvant aller de 100 à 400 kg/m². Celle-ci est composée de bulbes, vivaces, graminées et petits arbustes ne dépassant pas 1m50. Ce type de végétation nécessite un arrosage régulier au début voire indispensable pour certaines variétés. Ceci est à prendre en compte, il serait bon d'utiliser des variétés ne nécessitant pas d'arrosage régulier.

Elles peuvent être installées sur tous les types de supports (dalle béton, bac acier, ossature bois) et sur tous les types de membranes d'étanchéité (étanchéité bitumineuse, résine, EPDM, PVC...) dès lors qu'elles sont traitées anti-racines.



Exemple de toiture semi-intensive. Source : Écovégétal

Enfin, Dans le cas d'une toiture intensive, tous les végétaux peuvent être plantés, même des arbres, car le substrat végétal est suffisamment épais pour que les racines se développent. Elle possède une épaisseur de terre supérieure à 30 cm représentant une surcharge de plus de 400 kg/m². Ce type de végétation nécessite un arrosage régulier mais peut-être dispensable selon la végétation. De plus, son entretien est comparable à celui d'un jardin de pleine terre. Elles peuvent être installées uniquement sur des supports béton et sur tous les types de membranes d'étanchéité (étanchéité bitumineuse, résine, EPDM, PVC...) dès lors qu'elles sont traitées anti-racines. Enfin, la toiture ne peut dépasser une inclinaison de supérieure à 3 degrés qui pourrait dans le cas contraire provoquer un glissement de terrain dû à l'eau pluviale.



Exemple de toiture intensive. Source : freshideas

ENJEUX

Les toitures végétales ont un intérêt environnemental. Au-delà du côté esthétique avec notamment une intégration paysagère, les toitures végétalisées ont un impact sur la restauration et la protection de la biodiversité et de l'environnement, particulièrement dans les zones urbaines. Grâce à la végétation, la toiture permet la rétention de l'eau. Au travers des enjeux précédents, la toiture végétalisée contribue directement au bien-être de la population en améliorant la qualité de l'air et en luttant contre les îlots de chaleur en zone urbaine. Elles ont aussi la capacité d'améliorer l'isolation phonique et thermique. Ces espaces peuvent finalement être des alternatives à des jardins dans des zones urbaines denses.

DIMENSION TECHNIQUE

Les toitures extensives sont installées sur tous types de constructions à savoir, des toits en béton, en acier ou en bois. Il faut donc prendre en compte la masse de tous les éléments de l'installation (composants, poids des végétaux, volume d'eau

stockée). Pour les toitures extensives, le poids de celle-ci ne doit pas dépasser 180 kg/m^2 . Il est recommandé de construire des terrasses avec une pente minimale de 1 à 2 % afin de réduire l'épaisseur de la couche drainante, d'alléger le poids général de la structure et d'éviter les stagnations d'eau préjudiciables à la végétation. Ce type de toiture peut aussi s'adapter sur des toitures plus pentues de l'ordre de 35 degrés. Passé cette mesure, des techniques de maintien de la terre doivent être appliquées. Par ailleurs, le cas de forte pente permet de supprimer la couche drainante. Une étude d'étanchéité est nécessaire une fois par an afin de contrôler l'état de celle-ci.

Concernant les toitures semi-intensives sont installées sur tous types de constructions à savoir, des toits en béton, en acier ou en bois. Il faut donc prendre en compte la masse de tous les éléments de l'installation (composants, poids des végétaux, volume d'eau stockée). Il est recommandé de construire des terrasses avec une pente minimale de 1 à 2 % afin de réduire l'épaisseur de la couche drainante, d'alléger le poids général de la structure et d'éviter les stagnations d'eau préjudiciables à la végétation. Tout de même, ce type de végétalisation peut convenir sur des toitures allant jusqu'à 35 degrés. Ce type de toiture nécessite un arrosage régulier entre un an à deux ans, voire indispensable pour certaines variétés. Pour cela, elle peut être couplée avec un système de goutte à goutte.

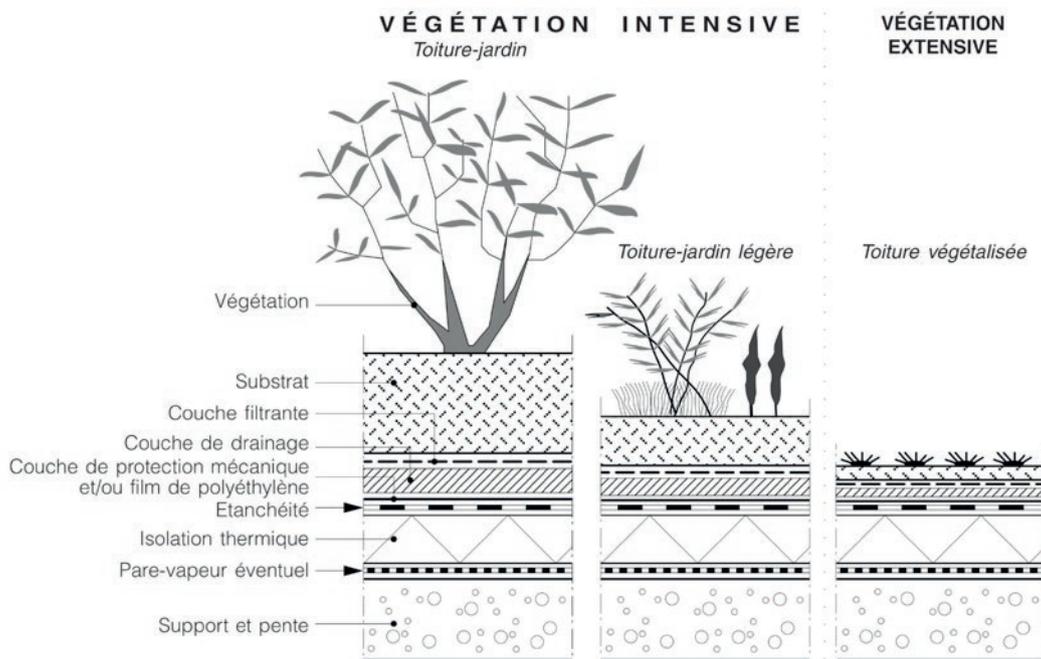
Les toitures végétalisées semi-intensives nécessitent a minima un entretien de taille par an en fonction des types de plantations, de la région mais aussi de l'aspect esthétique plus ou moins

contrôlé par l'homme. Une étude d'étanchéité est nécessaire une fois par an afin de contrôler l'état de celle-ci.

Les toitures intensives sont installées sur des constructions en béton uniquement. Il faut donc prendre en compte la masse de tous les éléments de l'installation (composants, poids des végétaux, volume d'eau stockée). Il est recommandé de construire des terrasses avec une pente minimale de 1 degré afin de réduire l'épaisseur de la couche drainante, d'alléger le poids général de la structure et d'éviter les stagnations d'eau préjudiciables à la végétation. Par ailleurs, la pente maximale ne doit pas dépasser les 3 degrés. La capacité de rétention de ce type de toiture dépasse les 110 l/m².

Le choix d'espèces appropriées au climat est important, par ailleurs, ce type de toiture peut être couplée avec un système de goutte à goutte dans le but d'éviter un stress hydrique aux plantes. Les toitures végétalisées de façon intensive nécessitent un entretien particulier et régulier ; notamment, les tailles doivent s'effectuer au moins une fois par an en fonction des types de plantations, de la région mais aussi de l'aspect esthétique plus ou moins contrôlé par l'homme. Des tontes de façon différenciée peuvent être effectuées.

Dans le cadre d'un espace partagé tel qu'un potager, l'entretien dépendra des cultures. Une étude d'étanchéité est nécessaire une fois par an afin de contrôler l'état de celle-ci.



Trois types de toitures végétalisées. Sources : Centre Scientifique et Technique de la Construction

DIMENSION JURIDIQUE

Afin de réaliser les 3 types de toitures, il faut se référer aux règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées. Dans le cas de toitures intensive, pour la réalisation il faut se référer aux documents nommés NF P 84-204 (DTU 43.1). Ce document a pour but de normer l'étanchéité des toitures-terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie.

Dans le régime juridique actuel applicable aux toitures, celles-ci sont abordées avant tout comme un dispositif technique. Il est adapté aux usages premiers du toit : l'isolation thermique et l'étanchéité. Le toit végétalisé est encore insuffisamment protégé dans le droit français. Par ailleurs, le cadre juridique du toit est défini principalement par celui du bâtiment dont il fait partie. Ce statut entraîne un rapport de propriété qui peut alors varier. Le cas où l'immeuble n'a qu'un propriétaire est assez rare, alors que la copropriété est bien plus courante. Le toit peut alors être intégré dans les parties communes ou les parties privatives dans le cas de copropriétés horizontales. L'installation d'un toit végétalisé et sa mise en culture le cas échéant dépendra de nombreux paramètres, dont certains peuvent avoir une influence difficile à anticiper. Dans le cadre d'une modification de la structure du toit, il est bon de se référer au PLU de la commune afin de déterminer la réglementation concernant l'intégration paysagère.

DIMENSION ECONOMIQUE

Concernant le prix, la toiture extensive est la moins chère sur le marché en raison de la faible quantité de matériaux nécessaires ainsi qu'une végétation composée de sedum, très facile à planter et à diviser. Son coût, comprenant l'installation des matériaux, la main d'œuvre et la plantation s'élève entre 40€ et 100€ du m². Pour réduire les coûts, des plantations par semi peuvent être effectuées mais aussi à ensemencement naturel. Par ailleurs, en comparaison avec les autres types de toitures végétalisés, l'entretien ne représente qu'un coût minime. Enfin, selon le système d'étanchéité, celui-ci doit être changé tous les trente ans dans le cas d'un film d'étanchéité qui devient perméable.

Dans le cas d'une toiture semi-intensive, selon la nature des végétaux, les prix d'une toiture végétalisée varient de 100€ à 300€/m² maximum. Cette variation se justifie en fonction de l'épaisseur de matériaux tels que le substrat ou encore le gravier drainant. Les végétaux influencent le prix en fonction de leur croissance mature ou non mais aussi en fonction des variétés choisies. L'entretien de ce type de toit végétalisé est limité par rapport à celui d'une végétalisation intensive. Il faut prévoir au minimum une taille annuelle pour les graminées et les buissons.

Plusieurs systèmes d'étanchéité existent et sont à des prix divers dû à leurs matériaux ; il doit être changé tous les trente ans ce qui amène à une destruction totale de la surface végétalisée. Ceci va notamment engendrer le rachat partiel ou total de plantes mais aussi de matériaux de construction.

Pour les toitures intensives selon la nature des végétaux à mettre en scène, les prix d'une toiture végétalisée varient énormément en fonction de la structure et des ambitions paysagères de celle-ci. Il faut compter au minimum 100 €/m² pour les végétaux, ce à quoi il faut ajouter au moins 200 €/m² de revêtement étanche main d'œuvre comprise soit 300 €/m² au minimum. Il s'agit de la solution la plus chère parmi les trois toitures végétalisées. Ce type de toiture peut atteindre de très grosses sommes au m² en fonction de son usage.

De plus, en comparaison avec les autres toitures, l'entretien est lui aussi le plus onéreux, il doit nécessiter des tailles régulières, des tontes, un entretien des arbustes ou encore des remplacements de végétaux et de matériaux en fonction des fréquentations et de l'usure quotidienne. Selon le système d'étanchéité, celui-ci doit être changé tous les trente ans ce qui engendre une destruction totale de la surface végétalisée qui devra nécessiter le rachat partiel ou total de plantes mais aussi de matériaux de construction.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Dans le cas d'une toiture végétalisée extensive, celle-ci apporte de la biodiversité en comparaison avec une toiture « classique » : tuile, ardoise etc. Toutefois, la végétation se développant sur une toiture composée de maximum 15cm de terre n'apporte pas de diversité écologique. En effet, les sedums mais aussi les graminées ne dépassant pas les quarante à cinquante centimètres n'amènent pas une diversité d'insectes et

notamment des pollinisateurs. Dans le cas d'un arrosage des toitures végétalisées, une intégration des autres problèmes environnementaux doit être faite (par exemple les particularités climatiques des territoires).

Type de toiture	Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
Extensif	+	-	+
Semi-intensif	++	-	++
Intensif	+++	-	+++

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2

POINT DE VIGILANCE

Les toitures sont effectuées sur des espaces artificialisés.

Dans le cas d'une toiture extensive, l'apport pour la biodiversité est à nuancer. En effet, il n'est pas le plus qualitatif en comparaison avec les différentes typologies de toitures. Pour les toitures semi-intensives, ce type de toiture devient intéressant en termes de diversité à la fois faunistique et floristique. Enfin, pour les toitures intensives celles-ci sont les plus intéressantes en termes de diversité à la fois faunistique et floristique.

DIMENSION SOCIALE

Pour les toitures extensives et semi-intensives, celles-ci ne permettent aucune activité sociale. Elles doivent être fréquentées uniquement pour leurs entretiens ou des réparations occasionnelles.

Enfin, les toitures végétalisées intensives présentent une activité sociale. Cet espace peut être fréquenté grâce à ses propriétés structurelles. Il peut accueillir des espaces d'échanges et de partages comme des potagers ou jardins partagés par exemple. Il peut aussi accueillir des espaces de jeux. Bien d'autres activités peuvent être réalisées sur ce type d'espaces

ACTEURS

Afin de déterminer le type de végétation pouvant être placé sur la toiture, une expertise technique est nécessaire pour calculer la portance et la résistance de celle-ci, notamment grâce à des ingénieurs et/ou bureaux d'étude de conception. Dans le but d'anticiper la charge qui pèsera sur la structure, un bureau d'études devra calculer le poids à Capacité Maximale en Eau (CME). Dans le cadre d'une modification de toiture, pour

obtenir un toit plat permettant l'accueil d'une toiture végétalisée, des professionnels de la conception et de la construction doivent intervenir afin d'effectuer ce genre de modification. Pour cela, les corps de métiers tels que des architectes, des maçons, ou encore des bureaux d'études de conception architecturale peuvent être sollicités.

EXEMPLE

La toiture extensive des bureaux de la société Louis Dreyfus Travocean

Dotée d'une toiture de 800m², la société Louis Dreyfus Travocean a développé une toiture végétalisée sur ses bureaux. Cette toiture est composée majoritairement de sédum et de graminées. Afin de maintenir le bon équilibre de cette toiture, celle-ci est couplée d'un système d'arrosage Aquatex spécifiquement dédié aux toitures végétalisées Sopranature®. En effet, ces bureaux situés entre Marseille et Toulon bénéficient d'un climat méditerranéen très chaud en été. Le système d'arrosage automatique par sub-irrigation présente le double intérêt d'être souple dans sa gestion et très économe en eau.



*Toiture extensive. Sources : Écovégétal
Atelier ZAN 2 / GUIDE 2021*

La toiture semi-intensive de plus de 20 000 m² au village des marques « THE VILLAGE »

Situé dans la Région Auvergne Rhône-Alpes, The Village est imaginé par la compagnie de Phalsbourg et dessiné par l'architecte Gianni Ranaulo. Le toit végétalisé semi-intensif a été réalisé par Ecovégétal. Il est l'alliance des systèmes Saxatilis et terrasse jardin pour un calepinage créatif. Leur dessin forme des variations de couleurs et de hauteurs, tout au long de l'année. Les plantes résistent à une grande amplitude de températures et offrent un paysage variable à chaque saison, atteignant jusqu'à 1m.



Toiture semi-intensive. Source : Soprema

La toiture intensive, un jardin partagé : Le Jardin sur le Toit du gymnase des Vignoles, Paris 20e.

Cet espace offre 600 m² de verdure en plein Paris. Il permet aux riverains de se retrouver dans un espace accueillant, animé, chaleureux et qui a pour vocation d'être un lieu de partage pour tous. Il est ouvert à tous les habitants et chacun peut contribuer à ses évolutions. Une large variété de fruits et légumes pousse sur ce toit potager sans

pesticides. Depuis 2009, ce lieu est un espace qui prône l'insertion sociale aux chômeurs, mais aussi à tous les citoyens curieux de cette bulle de nature.



Toiture intensive. Source : un petit pois sur dix.

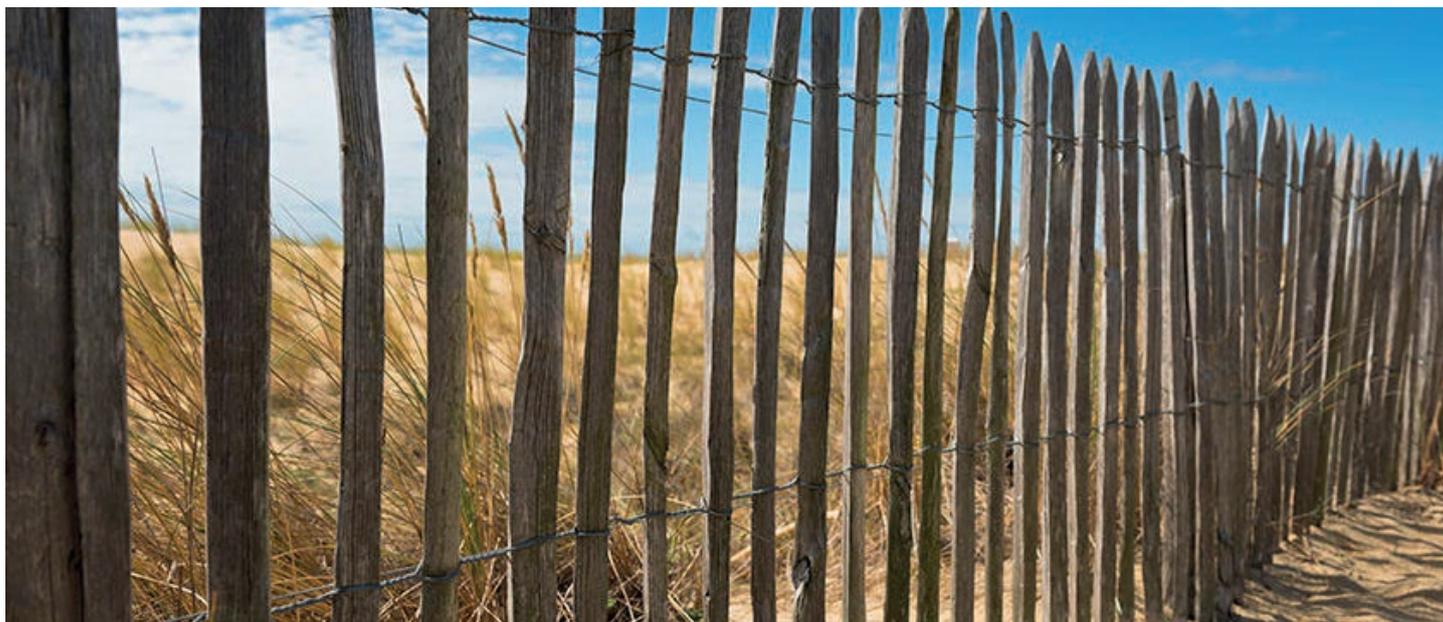
POUR APPROFONDIR

Biodiversité & bâti, « *Toitures végétalisées : les différents systèmes* » [en ligne]. Disponible sur : <https://www.biodiversiteetbati.fr/Files/Other/Fiches%20techniques/Fiche1.pdf>.

Cerema, « *Toitures végétalisées : quels effets dépolluants ?* » [en ligne]. Disponible sur : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/toitures-vegetalisees-quels-effets-depolluants>.

Les clôtures perméables

Les clôtures perméables permettent aux animaux de circuler librement tout en maintenant leur rôle de séparation.



La Ganivelle, une clôture perméable. Source : Nature bois concept

DÉFINITION

Les clôtures désignent les obstacles séparant deux espaces en vue d'empêcher d'en sortir ou d'y pénétrer. Il peut s'agir de limites de propriétés posées par des particuliers, de clôtures hippiques pour maintenir les chevaux, de clôtures agricoles pour protéger les cultures ou encore de clôtures de protection le long des infrastructures linéaires de transport. Les clôtures, murs ou palissades perméables sont des dispositifs qui permettent à la fois de séparer des parcelles et de permettre à la faune de se déplacer librement.

On distingue deux types de clôtures perméables : les clôtures perméables végétales, ou clôtures «vivantes» constituées principalement d'arbustes, et les clôtures perméables artificielles, faites de divers matériaux (métal, bois, plastique...). Ces deux types de clôtures peuvent être combinés.

Ce sont des dispositifs particulièrement adaptés dans les zones urbaines où la possibilité de renaturer est limitée en raison des coûts du foncier, plus élevés en ville que dans les zones périurbaines ou rurales. Elles permettent le déplacement de la petite faune terrestre, particulièrement présente en milieu urbain (hérissons, campagnols, musaraignes, mulots, grenouilles, lézards, etc.).



Exemple de clôture perméable en bois. Source : U2B.



Exemple de clôture perméable végétale.

Source : La salamandre.

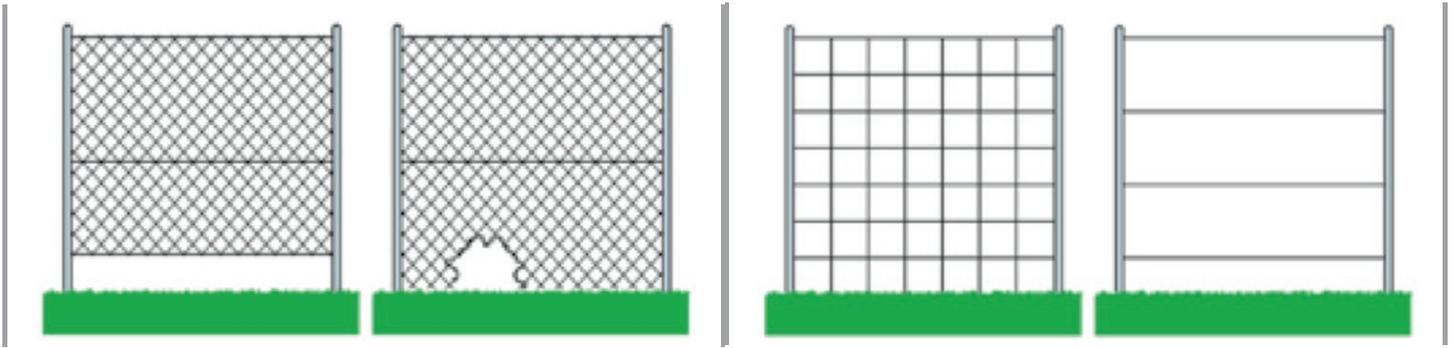
ENJEUX

Les clôtures sont nombreuses et utilisées pour délimiter et protéger une pluralité d'espaces. Il est essentiel de réfléchir à la perméabilité pour la faune de ces dispositifs dans la mesure où ils contribuent à la fragmentation de l'habitat.

Les clôtures perméables ne contribuent pas à tendre vers l'objectif ZAN dans la mesure où elles ne permettent pas d'y répondre quantitativement (1 m² artificialisé = 1 m² compensé), néanmoins l'apport pour la biodiversité est réel. C'est également une solution peu coûteuse et facile à mettre en œuvre. De plus la mise en place de clôtures vivantes permet de créer un espace en pleine terre, et donc de contribuer à une meilleure infiltration de l'eau dans le sol.

DIMENSION TECHNIQUE

Il est aisé de réaliser des clôtures perméables car il suffit de faire les bons choix. Si on veut favoriser les déplacements de la faune sur un territoire, il est nécessaire de bien réfléchir au type de clôture que l'on veut mettre.



Exemples de délimitations permettant les déplacements de la petite faune. Source : Baertschi

Il est essentiel de privilégier celles qui permettent aux animaux de passer à l'inverse des clôtures « pleines » qui forment une barrière infranchissable pour certains animaux.

Tout d'abord, il est indispensable de mener des études sur la faune présente sur le territoire afin de choisir les types d'arbustes ou de plantes à utiliser dans le cas de clôture perméable végétale, et quel type de passage utiliser (hauteur plus ou moins importante, taille des ouvertures) dans le cas de clôture perméable artificielle.

Les haies sont considérées comme la méthode de délimitation des parcelles la plus respectueuse de l'environnement. En plus de permettre aux animaux de se déplacer facilement, elles offrent des zones de refuge et du nourrissage pour les mammifères mais aussi pour d'autres petits animaux comme les oiseaux ou les insectes.

Pour que leur rôle écologique soit respecté, il est nécessaire d'utiliser plusieurs essences locales. Si la haie doit être doublée d'une palissade ou d'une clôture, il est nécessaire que celle-ci soit également perméable.

Sur les clôtures perméables artificielles, il est conseillé de planter des plantes grimpantes ou arbustives au pied de celles-ci afin de faciliter le passage des animaux grimpeurs (loirs, écureuils, etc.).

Certains types de clôtures, même perméables, sont déconseillés. C'est le cas du fil barbelé, qui peut causer des blessures aux oiseaux et aux chauves-souris.



Exemple de clôture « perméable » déconseillé. Source : Freepik

POINT DE VIGILANCE

Pour que les clôtures perméables soient efficaces, plusieurs règles existent. Si un passage sous la clôture est envisagé, il doit faire entre 15 et 20 cm de hauteur. Si c'est un grillage, il faut que les mailles soient suffisamment grandes (15 x 15 cm). S'il s'agit d'une clôture pleine ou si les mailles sont trop resserrées, il est recommandé de créer des ouvertures ponctuelles au pied des clôtures. Ces ouvertures doivent mesurer 20 x 20 cm et apparaître tous les 15 à 20 mètres.

DIMENSION JURIDIQUE

D'après l'article 647 du code civil, la pose de clôture est un droit inaliénable de tout propriétaire. Cependant, le règlement du PLU dans son article 11 peut conditionner les modalités de mise en œuvre. Par exemple, il peut imposer la mise en place de clôture perméable à la faune comme la création de haies ou de passages dans les murs et murets.

En cas de mitoyenneté, il est important de rappeler que les arbustes dont la taille est inférieure à deux mètres doivent être plantés à au moins 50 cm de distance de la limite de la propriété.

Les réglementations peuvent être plus fermes pour des projets d'envergures ; elles sont dans ce cas intégrées au règlement du Cahier des Réglementations Architecturales, Urbaines, Paysagère et environnementales (CRAUP).

DIMENSION ECONOMIQUE

Installer des clôtures perméables est peu coûteux dans la mesure où le prix est semblable entre une clôture perméable artificielle et une clôture pleine. Le coût peut être un peu plus élevé pour les clôtures perméables naturelles, en effet il est nécessaire de prendre en compte les coûts d'entretien des haies (taille, arrosage, etc.) Toutefois les clôtures perméables naturelles représentent un intérêt écologique supérieur aux clôtures perméables artificielles. Ainsi le rapport qualité/prix penche plutôt en faveur de celle-ci.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Les clôtures perméables permettent aux animaux d'accomplir leur cycle de vie. Se déplacer leur est vital, que ce soit pour se nourrir, se reproduire, avoir des contacts avec d'autres groupes de la même population, coloniser de nouveaux milieux favorables ou faire face au changement des saisons.

Les clôtures perméables naturelles permettent d'apporter de la nature en ville et toutes les aménités qui y sont associées (création d'habitats pour la faune et la flore, épuration de l'air, amélioration de la santé psychologique, contribution au rafraîchissement, infiltration de l'eau, etc.)

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+	+	++

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2

POINT DE VIGILANCE

Si les clôtures perméables naturelles, ou « vivantes », sont les types de clôture dont les bénéfices pour la biodiversité sont les plus élevés, il est important d'accepter que le temps du développement végétal prend du temps avant d'atteindre une taille correcte et une bonne qualité écologique. Il peut être dans ce cas intéressant d'installer une clôture provisoire le temps d'atteindre les objectifs visés.

DIMENSION SOCIALE

Les clôtures perméables n'ont pas plus d'impact social que les clôtures « pleines », mise à part des pertes en termes d'intimité et de sécurité. L'avis peut-être tranché, les clôtures perméables peuvent favoriser la convivialité entre les habitants. Mais, ce sentiment de proximité peut-être opposé, au contraire pour d'autre il entraîne un sentiment d'atteinte à la vie privée

ACTEURS

Les premiers acteurs concernés sont les propriétaires. Ils ont le droit de poser des clôtures

sur leur terrain et c'est à eux de les entretenir. Ils ont la liberté d'installer le type de clôture qu'ils désirent, que ce soit des clôtures perméables ou non. Dans le cas d'un projet, l'aménageur a un rôle incitatif quant au choix du type de clôtures.

Les collectivités territoriales peuvent imposer aux propriétaires de ne réaliser que des clôtures perméables avec une hauteur maximum et minimum, la recommandation d'essences végétales locales, etc. Ces règles sont édictées dans la partie règlement du PLU.

Des chercheurs mènent des études sur l'intérêt des clôtures perméables pour la biodiversité. De nombreuses ressources sont disponibles à ce sujet.

EXEMPLE

Clôtures et biodiversité - Saint-Avé (56)

Saint-Avé est une ville de 11 000 habitants en forte croissance démographique qui se situe dans le pays de Vannes. Elle se considère comme une ville « verte » et s'inscrit dans une démarche environnementale ambitieuse.

Se situant dans un environnement préservé, la commune de Saint-Avé a décidé d'intégrer la question des clôtures dans ses documents d'urbanisme.

Cela répond d'abord à une volonté d'intimité et de sécurité, par exemple éviter les intrusions. Le deuxième enjeu central est celui de la perméabilité de la faune. Une attention est portée à la qualité visuelle des clôtures, qui sont les premiers

éléments remarquables depuis la rue lorsque les constructions sont terminées.

Le PLU le précise cette considération nouvelle dans la partie règlement : « *Les clôtures végétales ou non, de qualité, telles que les murs de pierre, doivent être conservées et entretenues* ».

La réglementation en matière de clôture perméable est très stricte. Elles doivent mesurer 1,50 m de hauteur au maximum et être constituées soit d'un muret en pierre apparente ou en parpaings de 70 cm maximum, soit d'un grillage plastifié vert, et elles peuvent être doublées d'une haie vive variée. En zone agricole ou naturelle, les clôtures végétales sont encouragées.

Le CRAUP de la création du Quartier Beau Soleil situé dans cette même ville impose des règles plus contraignantes que celles du PLU. Il impose par exemple d'installer un grillage à moutons doublés de haies vives le long des espaces paysagers sur les îlots libres.



Clôtures perméables à Saint-Avé. Source : Mairie de Saint-Avé (56)

POUR APPROFONDIR

Département de l'environnement, des transports et de l'agriculture, « *Amélioration des déplacements de la petite faune en zone urbaine et périurbaine* ». [en ligne]. Disponible sur : <https://www.1001sitesnatureenville.ch/wp-content/uploads/Les-passages-a%CC%80-petite-faune.pdf>.

Urbanisme, bâti et biodiversité, « *Limiter l'impact des clôtures sur la biodiversité* ». 2014. [en ligne]. Disponible sur : https://urbanisme-bati-biodiversite.fr/IMG/pdf/fiche5_u2b-ok.pdf.

LPO, « *Clôtures et biodiversité à Saint-avé* ». 2014. [en ligne]. Disponible sur : https://urbanisme-bati-biodiversite.fr/IMG/pdf/u2b_r6_atelier_st_ave.pdf.

Dispositifs de transparence écologique des infrastructures linéaires de transport

Les dispositifs de transparence écologique des infrastructures linéaires de transport regroupent tous les aménagements permettant aux animaux de franchir les routes ou les voies ferrées.



Ecopont de Varennes. Source : VINCI

DÉFINITION

Les dispositifs de transparence écologique, ou passages fauniques, sont définis par la biologiste Louise Gratton comme « *des infrastructures conçues pour permettre à une ou plusieurs espèces de traverser une route en sécurité* ».

Ils se divisent en deux catégories : on parle de passages « supérieurs » (ponts et passerelles) ou « inférieurs » (tunnels et viaducs) selon qu'ils passent au-dessus ou en-dessous de l'infrastructure.



Passage à faune inférieur. Source : Nature Isère

La catégorisation peut également se faire en fonction de l'usage : on distingue les ouvrages construits spécifiquement pour permettre à la faune de traverser une infrastructure, comme les écoponts, des ouvrages mixtes auxquels s'ajoutent d'autres usages (passage pour les engins agricoles ou l'eau). Les premiers sont construits après que l'infrastructure de transport ait été réalisée tandis que les seconds peuvent être conçus de façon à être également empruntés par la faune, en plus des autres usages prévus.

Il existe aussi des passages fauniques spécifiques à une espèce, comme les écuroducs, les crapauducs ou les chiroptéroducts.



Ecuroduc. Source : Julien Heyligen

ENJEUX

Depuis les années 1940, en France, l'extension des infrastructures linéaires de transport provoque un phénomène de fragmentation. Les habitats se retrouvent déconnectés, ce qui a pour conséquence l'érosion de la biodiversité.

Les ruptures causées par l'implantation d'infrastructures linéaires de transport entraînent l'isolement et le déclin des populations d'animaux. On parle aussi de rupture des continuités écologiques.

La mise en place de passages fauniques au niveau des infrastructures linéaires de transport répond à un enjeu écologique majeur celui de permettre à la faune de circuler librement afin accomplir leur cycle de vie complet. En effet, il est nécessaire pour les espèces animales sauvages d'effectuer des déplacements entre différents habitats

afin de se nourrir, de se reposer mais aussi de se reproduire. L'isolement des espèces est une menace pour leur survie, il est donc essentiel de maintenir la connectivité des territoires. Réfléchir à la transparence écologique des infrastructures linéaires de transport, c'est mieux tenir compte de la biodiversité dans les projets d'aménagements.

Cela permet aussi de remédier au problème des collisions routières. Les animaux sont obligés de se déplacer pour répondre à leurs besoins et n'hésitent pas à traverser les routes, ce qui peut provoquer des accidents.

Les écoponts et passerelles fauniques sont des solutions adaptées à l'existant, mais pour les nouvelles infrastructures, il vaut mieux réfléchir aux passages à faune qui peuvent être intégrés dès le départ, comme les tunnels et les viaducs, moins coûteux et plus efficaces s'ils sont bien conçus.

DIMENSION TECHNIQUE

Il est d'abord nécessaire de réaliser des études fauniques sur le territoire sur lequel la mise en place des passages fauniques est envisagée, pour les infrastructures existantes, ou sur lequel de nouvelles infrastructures de transport sont prévues. Savoir quelles espèces sont présentes sur le territoire permet de choisir le type de passage faunique à implanter sur le territoire, où et à quelle fréquence. Par exemple, si la zone comprend un cours d'eau, il peut être intéressant de construire un ou plusieurs passages inférieurs, ce qui permettra de laisser passer l'eau ainsi que

les amphibiens et les espèces semi-aquatiques. Si les espèces peuplant le territoire comprennent des espèces menacées ou si des espèces sont la cause de nombreux accidents de la route, la mise en place de passages fauniques est d'autant plus nécessaire. Néanmoins les passages fauniques doivent convenir à toutes les autres espèces présentes sur le territoire.

Il est également important de mener des études sur le sol. En effet, la reconnexion des écosystèmes induit souvent la réalisation d'aménagements de grande ampleur, comme des ponts ou des tuyaux qui passent sous le sol. Il faut alors s'assurer que le sol puisse résister et accueillir ce type d'aménagement.

Pour que les passages fauniques soient profitables, des règles, fondées sur les recherches scientifiques, sont à respecter :

- Pour la grande faune, en termes de fréquence, les passages fauniques doivent être installés tous les 2 à 3 kilomètres en zone boisée et 10 à 15 km en milieu ouvert.

- La largeur des passages varie selon les espèces. Il doit mesurer entre 7 et 8 mètres de largeur pour les chevreuils et sangliers, et entre 12 et 25 mètres pour les cerfs.

- Pour la petite faune, les passages sont recommandés tous les 300 mètres et tous les 30 à 40 mètres pour les secteurs particuliers.

Ces chiffres sont à titre indicatif, et il est indispensable de mener des études préalables afin de juger de la nature, du nombre ou de la localisation des passages fauniques.

POINT DE VIGILANCE

Si les passages fauniques sont mal pensés au départ, ils ne serviront à rien, voire seront dommageables pour la biodiversité.

- Il est essentiel de réfléchir au comportement des espèces au moment de la conception. Certains ouvrages perdent totalement leur intérêt lorsqu'ils sont mal conçus. Un crapauduc trop profond, un tunnel trop peu éclairé, un écopont trop étroit ne seront pas empruntés et s'avéreront inutiles ;
- Il est important de rendre le franchissement de ces espaces attrayant pour les animaux. Cela peut par exemple passer par l'utilisation de débris végétaux ou par la plantation d'arbres et de petits arbustes ;
- Les passages à eux seuls ne suffisent pas : des clôtures sont nécessaires afin de guider les animaux jusqu'aux entrées des passages ;
- Une fois l'aménagement terminé, il faut s'assurer d'un bon entretien : l'accumulation de déchets de toutes sortes est susceptible d'obstruer les entrées des passages, et ainsi d'empêcher les animaux de circuler ;
- Il est primordial d'établir une bonne gestion de l'eau : éviter les cuvettes en sortie des passages souterrains, dans lesquelles certains animaux seraient susceptibles de se noyer si l'eau de pluie stagne ; garantir un bon écoulement de l'eau dans les gouttières censées guider les batraciens ; s'assurer au moment de la conception que la banquette permettant la traversée reste bien hors de l'eau toute l'année etc.

Certains types de passages fauniques sont moins recommandés que d'autres : les passerelles multiusages, qui offrent la possibilité aux animaux et aux hommes de franchir une route sont susceptibles de dissuader la faune de les emprunter à cause d'une présence humaine qui peut les effrayer. Néanmoins, elles peuvent être envisageables dans certains contextes par exemple, la grande faune à la nécessité d'utiliser des passerelles multiusages alors que la moyenne et de la petite faune est plus habituées à un environnement anthropique liés au activités humaines.

DIMENSION JURIDIQUE

La loi impose aux collectivités territoriales de mettre en place des mesures de protection de la biodiversité. L'article L. 110 du Code de l'urbanisme impose aux collectivités « *d'assurer la protection des milieux naturels et des paysages, la préservation de la biodiversité notamment par la conservation, la restauration et la création de continuités écologiques* ».

Pour agir en faveur de la biodiversité, et si elles disposent d'une ou de plusieurs infrastructures linéaires de transport difficilement franchissables par la faune, les communes peuvent envisager la mise en place de passages fauniques. Cependant aucune loi n'impose de réglementations à leur égard.

S'il n'existe pas de réglementation spécifique en la matière, il est toutefois nécessaire de bien étudier les documents d'urbanisme, qui peuvent

parfois faire obstacle à la mise en œuvre de certains ouvrages. Par exemple, il faut veiller à ce que l'ouvrage ne porte pas atteinte à des espèces (animales ou végétales) protégées, ou que le site d'implantation ne fasse pas partie d'une zone à risque.

DIMENSION ECONOMIQUE

La variété de passages fauniques induit une large gamme de coûts.

Les écoponts et les passerelles fauniques sont les dispositifs qui coûtent le plus cher en raison de la haute technicité de leur réalisation, mais ce sont aussi les plus efficaces. Ils sont en effet conçus pour le déplacement d'animaux de grande et de petite taille et leur envergure permet de bien relier les habitats entre eux.

Certains aménagements nécessaires lors de la construction d'une route ont la possibilité d'être adaptés à la faune locale. Le coût du dispositif peut alors être abordable puisque l'aménagement devient en quelque sorte un passage faunique par défaut. C'est le cas des ponceaux de drainage qui servent à acheminer l'eau sous les voies de circulation. Ces aménagements peuvent être réfléchis de manière à favoriser le déplacement de la biodiversité. En effet, ce type de structure peut participer au maintien de la connectivité écologique d'animaux semi-aquatiques comme les amphibiens et les reptiles si celui-ci est bien positionné en accord avec leurs déplacements.

Les dispositifs les plus rares ne sont pas forcément les plus chers. Par exemple les écuroducs, cordes

en chanvre maintenues tendues entre deux arbres coûtent 2700 euros d'après l'Office National des Forêts (ONF).



*Ponceau adapté au passage de la faune.
Source : Le Naturaliste Canadien*

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Les passages fauniques servent avant tout à permettre le déplacement des populations animales. Leur rôle est d'assurer une connectivité entre les habitats de part et d'autre de la route. Traverser la route sans danger permet à la faune locale de communiquer avec de nouvelles populations de la même espèce, de trouver de nouveaux sites de nourrissage et de se reproduire plus facilement.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+ / -	+ / -	+++

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

POINT DE VIGILANCE

Les passages fauniques ne contribuent pas à tendre vers l'objectif ZAN dans la mesure où ils ne permettent pas d'y répondre quantitativement (surface). Néanmoins, ils permettent de réduire les effets de l'artificialisation d'un point de vue qualitatif (connectivité, fonctionnalité écologique des milieux).

DIMENSION SOCIALE

Les passages conçus pour la faune n'ont pas vocation à être empruntés par les humains, sauf exception. Cependant, ils peuvent être considérés comme passages fauniques (et aménagés dans ce sens) des ouvrages conçus aussi ou principalement pour les humains. On a donc tout à gagner à adapter à la faune des ouvrages conçus initialement pour les humains et/ou pour des raisons techniques (circulation de l'eau).

L'arrivée d'un projet de passage faunique peut susciter des questionnements ou des craintes

chez les individus qui ne sont pas conscients des enjeux de préservation de la biodiversité. Par exemple, certaines personnes peuvent se demander où est l'intérêt de dépenser autant d'argent pour construire un pont à l'usage exclusif des animaux. C'est là que les porteurs du projet doivent être en mesure d'expliquer l'objectif de réaliser un tel ouvrage.

ACTEURS

Les acteurs concernés sont d'abord les gestionnaires d'infrastructures, qui peuvent inclure la dimension écologique dans la conception et la gestion afin d'agir en faveur de la biodiversité et pour limiter les accidents.

Les collectivités locales, si elles sont sensibles à l'écologie, peuvent être en mesure de débloquer le budget nécessaire pour la création de passages fauniques.

Des chercheurs étudient l'impact des passages fauniques sur l'évolution des populations animales. S'intéresser à leurs travaux permet de comprendre le véritable intérêt que l'on peut avoir à construire de tels ouvrages. Néanmoins, on manque encore de données sur l'utilisation des passages par la faune, parce que beaucoup d'ouvrages ne font pas l'objet de suivi à long terme. Les aménageurs seraient bien inspirés de s'associer à des équipes de recherche, en amont pour concevoir leur passage en cohérence avec le contexte local et en aval pour avoir un retour d'expérience documenté qui permettrait d'améliorer les aménagements suivants.

Faire appel à des bureaux d'études spécialisés en environnement est indispensable pour savoir quelles espèces vivent sur le territoire et ainsi orienter le maître d'œuvre sur le choix du type de passage qu'il est préférable de mettre.

Il est également utile de mobiliser les acteurs locaux (associations, parcs naturels régionaux, fédérations de chasse...) pour les impliquer dans cette démarche et favoriser l'acceptabilité de projets parfois coûteux.

EXEMPLE

Le passage supérieur pour la faune sur l'autoroute A52 à Fuveau fut réalisé en 2016 par Escota.

Ce projet répond à deux objectifs : protéger la biodiversité par les reconnections des habitats et réduire les accidents de la route par collision avec des animaux.

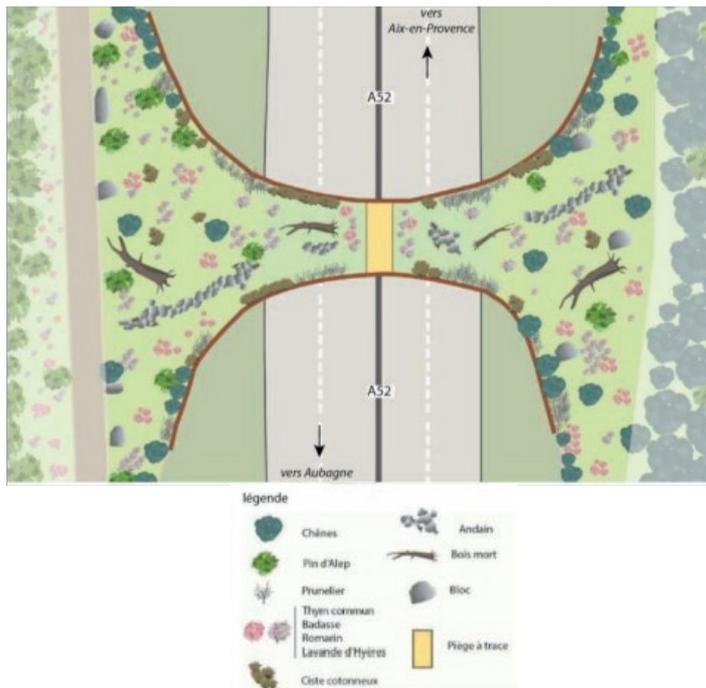
Le bureau d'études Eco-Med fut chargé de mener les études préalables nécessaires sur le volet environnement. Il a par exemple fallu s'assurer que les milieux présents de part et d'autre de l'autoroute étaient relativement semblables. Suite à ces études, les porteurs du projet ont jugé que « *la création d'un éco-pont à cet emplacement [semblait] judicieuse* ».

Quatre types d'habitats différents ont été identifiés. Il s'agit d'une zone boisée qui abrite de nombreux mammifères terrestres de toute taille. Au moins sept espèces de mammifères sont présentes : Renard roux, Chevreuil européen, Lapin de Garenne, Martre des Pins, Fouine, Ecureuil roux et

Sanglier. Cette liste présente de grands animaux (chevreuil et sanglier), le dimensionnement et la forme en « diabolo » de cet éco-pont semble effectivement adapté à la grande faune. Il est large de 35 mètres aux extrémités et de 8 mètres au centre. A cela s'ajoutent huit espèces d'avifaune, trois espèces de reptiles, quatre espèces de chiroptères et 23 espèces d'invertébrés, dont une protégée. Ce projet s'adresse donc à un large panel d'espèces et présente un potentiel important pour la reconstitution d'un corridor écologique fonctionnel.

La réalisation d'un éco-pont nécessite de considérer les réglementations imposées par les territoires. De nombreux documents d'urbanisme ont été pris en compte, tel que le PPRn « Mouvements de terrain » de Fuveau, le site d'étude étant situé dans le périmètre de l'aléa effondrement. Ainsi, une attention particulière fut portée sur cet enjeu lors de la conception de l'ouvrage.

Toutefois, l'éco-pont a mis un certain temps à voir le jour en raison de plusieurs contraintes juridiques. Le premier tracé envisagé pour son implantation pouvait porter atteinte à plusieurs espèces végétales protégées. Ce dernier a donc été déplacé d'une centaine de mètres vers le nord. Il a de nouveau été déplacé à cause de la présence d'un espace boisé classé au POS de Belcodène.



Passage à faune type « Diabolo » : schéma de principe.
Source : Ecomed 2012

POUR APPROFONDIR

Louise Gratton, « *Protocole d'identification des corridors et passages fauniques* ». Corridor appalachien, 2014. [en ligne]. Disponible sur : https://www.corridorappalachien.ca/wp-content/uploads/2016/09/protocole_corridors_fauniques_aut10.pdf.

Jardin partagé

Les jardins partagés représentent des espaces de pleine terre en milieu urbain. De ce fait, la biodiversité peut trouver en ces lieux des espaces de vie et d'échange. Ces jardins forment alors des écosystèmes intéressants pour les villes.



Le Jardin des coopains à Paris 17. Source : Lecriduzebre

DÉFINITION

Les jardins partagés sont une forme d'agriculture dite urbaine, un espace de végétation où il est possible de cultiver un potager et ainsi faire de la production alimentaire. Historiquement, cette pratique, conçue et aménagée collectivement par les habitants, permet de tisser des liens sociaux. Cultiver un potager s'apparente aussi bien à une activité sociale, culturelle ou encore éducative. Souvent situés au plus près des habitations, les jardins partagés constituent une composante forte d'un quartier et peuvent profiter à un grand nombre de personnes s'ils le souhaitent.

Dans cette fiche, les jardins partagés seront présentés avant tout sous l'angle de la préservation de pleine terre. Toutefois il existe des jardins partagés sous forme de bacs surélevés ou encore sur les toits. Des solutions envisageables, qui peuvent tout autant avoir un intérêt social et environnemental.

ENJEUX

D'un point de vue du sol, si ce dernier est de qualité (non pollué, peu d'activité humaine altérantes auparavant) les jardins partagés peuvent être perçus comme une solution de préservation d'espaces de pleine terre. De plus, ces espaces favorisent une meilleure gestion des eaux pluviales. D'autre part, la présence de biodiversité au sein de ces jardins est une composante non négligeable. De ce fait, les jardins partagés participent au développement de la biodiversité urbaine. Aujourd'hui, cette solution est difficilement classifiable, en effet les

jardins partagés ne sont pas considérés comme des ENAF et le fait qu'ils soient artificialisés ou non est discutable.

Autre aspect, plus secondaire mais qui a tout de même son importance, les jardins apportent également une certaine qualité et diversité alimentaire.

DIMENSION TECHNIQUE

Généralement, les jardins se situent en milieu urbain dense et sont intégrés à des projets d'aménagement. Il est toutefois possible de mettre en place un jardin au sein d'un quartier déjà construit. Les friches nues ou en attente de projet et les espaces verts sont des parcelles idéales pour mettre en place une agriculture urbaine. Ces espaces sont souvent situés en cœur de ville au sein d'un tissu d'habitations collectives, pavillonnaires ou d'activités. De plus, il est possible d'utiliser des parcelles non construites ou inconstructibles entourées de bâti ou d'infrastructure.



Photographie du jardin partagé, pépinières du mieux vivre ensemble. Source : E. Prédine

Généralement, la taille des jardins varie entre 200m² à 10 000m². Si l'objectif est de cultiver pour subvenir en partie à des besoins nourriciers il est préférable d'avoir un terrain d'au moins 500m². Concernant la culture en elle-même, il est possible de cultiver aussi bien des fruits et légumes que des plantes. Toutefois, l'ensemble des jardins partagés n'ont pas pour objectif la commercialisation de la production agricole.

Une fois la mise en place de ces jardins, il est important d'assurer une bonne gestion sur le long terme. Pour faciliter cette gestion, il est possible de monter une association regroupant les habitants du quartier. Cet engagement au travers d'une association à but non lucratif est un exemple pour assurer un bon entretien des jardins.

POINT DE VIGILANCE

Chaque jardin partagé présente ses propres caractéristiques et doit s'adapter au contexte local. Cependant cette solution d'agriculture urbaine nécessite une gestion à moindre coûts. Attention tout de même aux espaces pollués. De nombreuses friches peuvent contenir des pollutions, une analyse du sol serait nécessaire afin de savoir si les espèces comestibles sont cultivables.

DIMENSION JURIDIQUE

L'inscription d'actions concrètes et d'orientations au sein des documents d'urbanisme tels que les PLU(i), SCoT ou Agenda 21 peut favoriser la mise en place de jardins partagés. Hormis cet aspect,

aucune réglementation particulière n'existe.

Pour la mise à disposition d'un terrain, un bail (ou une convention) de mise à disposition peut être signé pour ainsi lier l'aménageur et les porteurs de projet. Les deux premiers baux présentés ci-dessous semblent être les plus avantageux pour le propriétaire du foncier, par exemple un aménageur.

Le bail rural : ce bail s'applique aussi en zone urbaine dès lors qu'une activité agricole est présente. D'une durée minimum de 9 ans, ce bail permet au porteur de projet d'avoir une stabilité et durabilité. Concernant le propriétaire, le bail rural permet de faire une valorisation du bien en percevant un loyer.

Le bail emphytéotique : Comme pour le bail rural, ce bail permet au propriétaire de valoriser son foncier. Cependant, le loyer élevé peut être un frein pour les porteurs de projet et exploitant.

La convention d'occupation précaire : Pour le porteur de projet, ce bail lui permet la mise à disposition du foncier à faibles coûts. La précarité induite peut être limitée en négociant des indemnités et un préavis lors de la résiliation. Pour le propriétaire, ce bail lui permet de ne pas avoir de contrainte de durée et une résiliation facile.

Le prêt à usage : Le propriétaire met à disposition de façon gratuite son foncier. Les règles à fixer sont libres entre l'exploitant et le propriétaire. Si le foncier devient payant, le bail bascule alors en bail rural.

Enfin, dans certains jardins partagés il existe des chartes de bonnes pratiques. La mise en place d'une charte est avant tout une initiative volontaire de la part des porteurs de projet. Elles permettent de fixer des règles pour réguler l'exploitation, prévoir des modes d'entretien respectueux de l'environnement etc.

DIMENSION ECONOMIQUE

Une fois l'acquisition du terrain faite (le foncier étant l'aspect revenant le plus cher), les jardins partagés ne nécessitent pas d'investissements lourds (inférieurs à 10 000 euros). Par ailleurs, les mobiliers peuvent être fabriqués à partir de matériaux de récupération. Une solution à moindre frais et utile, par exemple, pour la récupération d'eau de pluie, ou la mise en place de tuteur pour les cultures.

Pour l'aménageur, l'aspect économique des jardins partagés ne concerne pas uniquement les dépenses. Comme énoncé plus haut, dans la dimension juridique, les baux mis en place peuvent apporter un retour financier pour l'aménageur.

Les dépenses concernant les jardins partagés se divisent en deux grandes catégories :

Les coûts de conception : l'ensemble des éléments pour le montage du projet (terrain, mobilier, infrastructures etc.).

Les coûts de fonctionnement : salaires si le projet compte de salariés, frais administratif, énergie, eau, fourniture liées à l'activité de jardinage etc.

Pour un jardin classique, les coûts de fonctionnement ne sont pas très élevés, environ moins de 1000 euros par an.

Ces dépenses concernent principalement les porteurs de projet (associations, collectifs d'habitants, entreprises, etc.)

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Les jardins partagés sont des lieux de culture potentiellement favorables à la biodiversité, notamment si la pleine terre est préservée (à l'inverse de la culture en bacs surélevés). Plus les jardins accueillent une diversité d'espèces plantées, plus la biodiversité trouvera un lieu propice à son installation. Cependant, il est important de mener une agriculture raisonnée et sans avoir recours aux pesticides ni aux engrais.

Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
+++	+++	++

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

POINT DE VIGILANCE

Afin de mener une agriculture propice au développement de la biodiversité, il est important d'établir des documents de préconisations. Ils ont pour but d'aiguiller les futurs jardiniers et ainsi leur transmettre les bonnes pratiques telles que mener du désherbage à la main, opter pour un entretien minimal notamment en hiver (laisser les feuilles et fleurs fanées), limiter le travail du sol etc.

DIMENSION SOCIALE

Les jardins partagés sont avant tout des projets ayant une grande importance sociale. Ils offrent un espace convivial au sein duquel les habitants sont invités à participer pleinement. Lieu d'échange et de partage, les jardins permettent d'offrir de la nature en ville. Ces jardins sont aussi des outils pédagogiques où des ateliers d'éducation à l'environnement peuvent être organisés. Toutes les générations sont conviées à venir participer et ainsi se former au jardinage.



Photographie du jardin partagé rue du Ban de la Roche à Strasbourg. Source : Flickr

ACTEURS

Afin de mettre en place et de pérenniser un projet de jardin partagés de nombreux acteurs peuvent entrer en jeu. En premier le propriétaire du foncier pour l'accès à ce dernier. Cela peut être une collectivité, un bailleur social, un aménageur (public, parapublic ou privé). Une fois le foncier disponible et un type de

bail déterminé, les porteurs de projet entrent en jeu. Ils peuvent être des entreprises, des bailleurs sociaux ou encore des associations. Une association regroupe souvent les habitants du quartier concerné et peut avoir une meilleure connaissance du contexte local. Par ailleurs, un projet de jardin partagé peut être co-porté par plusieurs acteurs, par exemple entre un bailleur social et une association.

D'autres acteurs peuvent être sollicités, notamment pour financer les jardins partagés. Plusieurs formes de partenariats sont envisageables et cela à toutes les échelles : locale (collectivité, association, entreprise etc.) départementale et/ou régionale (l'ANRU, conseils généraux et régionaux etc.)

Enfin, pour connaître la qualité des sols et notamment si une présence de pollution est notable, il est nécessaire de faire appel à un bureau d'étude spécialisé en étude et analyse des sols.

EXEMPLE

L'été 2020, Seine-Saint-Denis Habitat et Plaine Commune ont fait appel à la start-up Merci Raymond pour accompagner les habitants d'un quartier de Stains autour de la revalorisation de la friche rue Paul Verlaine en jardin partagé et comestible. L'objectif est de favoriser le lien social et de participer à la transition écologique. Ce projet d'agriculture urbaine s'inscrit dans un projet plus large, le Programme d'Investissement d'Avenir. En effet, le quartier du Clos Saint-Lazare s'étendant sur 26 hectares, est en pleine

mutation. Après 15 ans de rénovation urbaine, le quartier poursuit sa lancée, dans le but d'un développement économique et de favoriser l'innovation sociale. C'est au sein de cette innovation sociale qu'intervient la mise en place de ce jardin partagé.

Plusieurs aménagements ont été réalisés, comme un jardin mandala, une serre géodésique au centre ou encore des bacs potagers. La serre géodésique est une structure sphérique particulièrement résistante qui relie des triangles entre eux pour constituer un dôme. De plus, la création d'un « club de jardiniers » va permettre aux jeunes et moins jeunes d'être accompagnés et ainsi de s'impliquer intégralement pour assurer la continuité du jardin. A terme, les Stanois pourront cultiver et récolter les fruits et légumes de leur jardin. De plus, un atelier pédagogique est organisé chaque semaine.



Photographie du jardin partagé Clos Saint-Lazare à Stains. Source : Merci Raymond

POUR APPROFONDIR

Ville de Paris, « *Les jardins partagés* » [en ligne], 2020. Disponible sur : <https://www.paris.fr/pages/les-jardins-partages-203>

S. Letourneux, « *Le projet de jardin partagé et les différents rôles du paysagiste dans sa mise en œuvre* », [en ligne], 2014. Disponible sur : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01081373/document>

Bertrand L., « *Comment créer son jardin partagé ?* » [en ligne], 2017. Disponible sur : <http://www.lavillepousse.fr/comment-creer-mon-jardin-partage-le-lieu/>

Mr Mondialisation, « *Créer son jardin partagé : marche à suivre* » [en ligne], 2017. Disponible sur : <https://mrmondialisation.org/creer-son-jardin-partage/>

Ville de Stains, « *Agriculture urbaine - Il faut cultiver son jardin, mais partagé* » [en ligne], 2020. Disponible sur : <http://www.stains.fr/actualites/agriculture-urbaine-il-faut-cultiver-son-jardin-mais-partage/>

Dispositifs d'habitat pour la faune

Un habitat est un milieu dans lequel une population d'individus d'une même espèce, faunistique ou floristique, peut vivre et se développer pleinement.



Nichoir intégré à une toiture pour accueillir les moineaux. Source : Mussen in Damme - Blog

DÉFINITION

La destruction des habitats naturels nécessaire au cycle de vie des espèces sauvages est l'une des principales causes du déclin de la biodiversité. Le milieu urbain et les éléments qui le composent, comme les bâtiments, peuvent toutefois être pensés pour fournir quelques habitats de substitution de façon pérenne. Ici un habitat créé par l'homme sera qualifié d'habitat de substitution.

Il existe plusieurs types d'habitat de substitution, par conséquent le choix de ces derniers doit se faire en fonction des espèces que l'on souhaite (ré)intégrer. Ici, trois types de solutions, concernant uniquement des espèces faunistiques, seront abordées : les nichoirs pour les oiseaux, les gîtes pour les chauve-souris et les « hôtels à insectes ». L'ensemble de ces dispositifs sera présenté de manière à les intégrer de façon pérenne à des projets d'aménagement.

ENJEUX

La densification et l'étalement des zones urbaines entraînent la destruction des milieux naturels et par conséquent les habitats se font de plus en plus rares pour la faune. Aujourd'hui, certaines espèces se sont acclimatées aux conditions des villes, cependant la rareté et le caractère parfois éphémère des refuges rendent ces dernières inhospitalières. De ce fait, la mise en place d'habitats de substitution permet d'éviter le déclin des espèces faunistiques et assurer le maintien des populations existantes dans un milieu urbain

et ainsi de faciliter leur installation. Les enjeux sont avant tout d'ordre écologique : ces dispositifs permettent de favoriser la biodiversité aussi bien dans les constructions nouvelles que dans les constructions existantes.

DIMENSION TECHNIQUE

Pour les oiseaux, les nichoirs peuvent être de différentes formes : soit être apposés sur un mur ou sous une avancée de toit, et donc totalement apparents et faciles à mettre en place sur tout type de bâtiment ; soit intégrés dans la façade ou dans les combles. Cette deuxième méthode est facilement réalisable sur des nouvelles constructions, cependant sa mise en œuvre est légèrement plus complexe pour les constructions existantes. Toutefois lors de travaux d'isolation, des dispositifs faciles à mettre en place existent.

Sur la photo ci-dessous un exemple de nichoirs pouvant être utilisé par des Martinets ou des Moineaux. Sous forme de briques, ces nichoirs sont directement intégrés dans la façade du bâtiment.



Photo d'un nichoir intégré. Source : Canalblog

Exemple de nichoirs apposés sur une avancée de toit. Ici ce type de nichoir peut accueillir deux couples de martinets.



Photo d'un nichoir apposé.

Source : Guide bâtiment durable

Les bâtiments de type habitation, bureau ou hangar ne sont pas les seules constructions concernées par la mise en place de nichoirs. En effet, les constructions telles que les ponts peuvent aussi convenir (photo ci-dessous), ou encore du petit bâti tel que les garages à vélo, les locaux techniques etc. Des constructions tout aussi intéressantes en raison d'une acceptabilité peut être plus facile à obtenir que pour des constructions d'habitation.



Photo d'un pont avec nichoirs intégrés.

Source : Guide bâtiment durable

Atelier ZAN 2 / GUIDE 2021

Concernant la phase de gestion et d'entretien, il est essentiel de ne jamais intervenir lors de la période de nidification. Hors cette période, un entretien annuel est possible afin de nettoyer les nichoirs et ainsi prévenir les risques de maladies et les invasions de parasites. Idéalement, cet entretien peut être effectué en septembre-octobre.

POINT DE VIGILANCE

Chaque espèce d'oiseau a des préférences propres : taille du nichoir, diamètre de l'entrée, exposition etc. Afin d'installer des habitats de substitutions efficaces il est important de se questionner sur les espèces vivant dans les environs et qui pourraient potentiellement bénéficier de ces nichoirs.

Pour les chauve-souris, les habitats de substitution sont appelés des gîtes. L'utilisation des gîtes par les chauves-souris se fait principalement lors de la gestation des femelles ou durant l'hibernation. La mise en place de gîtes est fortement liée aux températures. Lors de la période d'hibernation, le gîte doit être dans un climat froid et humide (entre 0°C et 6°C). Lors de la période de gestation, les femelles et leurs petits recherchent un gîte ayant une température stable et chaude (entre 30°C et 40°C).

Il existe deux catégories de gîtes : les gîtes naturels, par exemple une fissure stable ou un mur creux ; et les gîtes artificiels tels que les gîtes apposés ou intégrés aux façades et aux toitures. Comme pour les nichoirs à oiseaux, les

gîtes intégrés pour les chauves-souris doivent être pensés dès la conception du bâtiment. Cette solution est donc plus difficilement envisageable, à l'inverse des gîtes apposés, qui eux peuvent être installés partout et à tout moment.

Il est conseillé de placer les gîtes à l'abri du vent et des intempéries et avec une orientation sud-ouest.

Il est important de noter que les chauves-souris peuvent occuper spontanément un certain nombre de constructions humaines. Par conséquent, il est nécessaire de vérifier en cas de rénovation si des colonies de chauves-souris sont présentes, d'autant plus qu'il existe des obligations réglementaires afin d'éviter le dérangement ou la destruction de ces espèces. Les gîtes existants sont donc à préserver au maximum, et si besoin, il existe des solutions de rénovations préservant ces gîtes tout en réduisant la gêne éventuelle pour les humains.

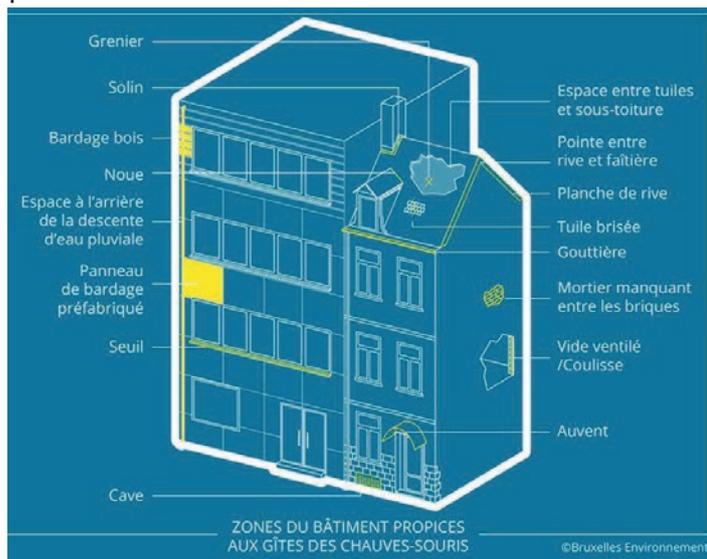


Schéma récapitulatif des zones du bâti propices aux gîtes à chauves-souris. Source : Bruxelles Environnement

POINT DE VIGILANCE

Point de vigilance : Aussi bien pour les oiseaux que pour les chauves-souris, il est important de porter une attention particulière aux points suivants :

Éviter les risques de ponts thermiques au niveau des ancrages,

Protéger les habitats du vent, des courants d'air et des intempéries,

Placer les gîtes le plus haut possible ou difficile d'accès pour les prédateurs mais aussi afin d'éviter le vandalisme.

Pour les insectes, les abris doivent permettre d'accueillir des insectes de toutes tailles, mais aussi à tous les stades de vie, les pontes, les larves. Au sein d'un même hôtel il est possible d'accueillir une grande diversité d'espèces, pour donner quelques exemples : la paille ou le bois accueille les chrysope, les tiges de bambous attirent les abeilles solitaires et les pots de fleur remplis de foin servent d'abri pour les perce-oreilles. Afin d'avoir un espace suffisant et supportable pour les insectes, l'hôtel doit avoir une profondeur d'une vingtaine de centimètres minimum. Concernant l'emplacement, l'abri doit idéalement être au soleil avec une exposition sud/sud-est. Il est préférable de ne pas le placer au milieu d'un terrain mais plutôt dans un coin, adossé à un mur ou à une haie pour éviter les intempéries et le vent.



Photo d'un abri à insectes dans le jardin du Luxembourg à Paris. Source : J.F. Coffin

Pour l'ensemble de ces dispositifs il est nécessaire d'effectuer un entretien particulier et fréquent afin qu'ils perdurent dans le temps. La fréquence est difficilement estimable, néanmoins il faut être vigilant sur l'aspect général du gîte, et effectuer des vérifications 2 à 3 fois par an. L'entretien consiste à nettoyer, réparer ou éloigner des obstacles potentiels. La phase d'entretien et de gestion ne demandent pas un investissement important en termes de temps et de coût, mais cet aspect est non négligeable si l'on souhaite avoir recours à cette solution.

La mise en place de gîte est une solution envisageable pour accueillir les insectes, néanmoins le meilleur moyen de favoriser la présence de ces derniers reste les habitats dits naturels. Par exemple, laisser du bois mort et autres débris végétaux, privilégier des plantes pouvant leur servir d'habitat (mais aussi de nourriture) ou encore d'aménager des sites de terre nue pour accueillir les abeilles solitaires.

POINT DE VIGILANCE

Pour intégrer au mieux des habitats de substitution il est important de les placer dans des conditions environnementales favorables à chaque espèce, en respectant ces quatre critères : présence d'alimentation, lieu propice à la reproduction, espaces suffisants et orientation favorable.

Il est important de garder en tête que les dispositifs donnés plus haut sont des exemples parmi d'autres. Il existe de nombreuses manières d'intégrer la faune (mais aussi la flore) et pour cela, cette intégration devrait être pensée de manière systématique lors des constructions nouvelles. Par exemple, en s'inspirant du bâti existant. Ces constructions souvent anciennes jouent déjà un rôle, la présence de murs en pierre, de failles, de rebords de toiture ou de cavités murales permettent d'accueillir de nombreuses espèces faunistiques et floristiques.

DIMENSION JURIDIQUE

Actuellement, aucune réglementation n'est en vigueur concernant la mise en place d'habitat faunique. Par conséquent, cette absence de réglementation doit être perçue comme un avantage. En effet, opter pour l'installation de nichoirs, gîtes ou hôtels à insectes ne sera pas contraint juridiquement.

POINT DE VIGILANCE

Il est tout de même important de connaître la réglementation concernant les chiroptères. Les habitats sont totalement protégés. Si dans

une construction existante une colonie de chauve-souris est présente, il est interdit (sauf dérogation et autorisation) de détruire leur habitat, ni de les capturer ou de les perturber.

DIMENSION ECONOMIQUE

Nichoirs à oiseaux : Que ce soit pour des nichoirs apposés ou des nichoirs intégrés le prix est assez faible (légèrement supérieur pour des nichoirs à intégrer à des bâtiments existants). Cependant le prix peut varier selon la composition du nichoir et sa taille. Le bois et le béton de bois (plus cher) sont les deux types de matériaux à favoriser. La fourchette de prix peut aller de 20 euros pour un petit nichoir apposé en bois (un couple d'oiseaux), à 200 euros pour un nichoir intégré en béton de bois (trois couples d'oiseaux).

Gîtes à chauves-souris : La mise en place d'habitat pour chauve-souris a un coût plutôt faible. Comme pour les nichoirs à oiseaux, le prix d'un gîte varie en fonction des matériaux utilisés et de la taille. La fourchette de prix est de 50 à 200 euros. Cette fourchette ne prend pas en compte d'autres besoins tels que l'adaptation éventuelle du bâtiment.

Hôtels à insectes : Le coût moyen d'un hôtel à insectes pouvant accueillir de nombreuses espèces varie entre 100 d'euros et 300 euros. Cependant il est envisageable de le construire soi-même, y compris avec des matériaux de récupération ou encore de laisser des habitats naturels comme évoqués plus haut (bois mort, débris végétaux, terres nues etc.)

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Les nichoirs ou les gîtes apportent une plus-value indiscutable pour la présence de biodiversité en milieu urbain. Ils permettent l'installation d'espèces, souvent sur le long terme (sous réserve d'un bon entretien).

A première analyse, ce type de dispositif n'a aucune influence sur l'artificialisation des sols. Cependant l'érosion de la biodiversité est étroitement liée à cette dernière puisqu'elle joue un rôle central dans la destruction des habitats naturels. De plus, la présence de ces habitats renforce les continuités écologiques et permet d'assurer une part des fonctions vitales des espèces telles que les déplacements entre lieux de repos et lieux de nourrissage.

Plus largement, ces espèces jouent un rôle essentiel au sein de l'écosystème. Préserver leur maintien et leur survie permet de contribuer à la fonctionnalité écologique locale.

Type d'habitat	Lutte contre l'imperméabilisation des sols	Lutte contre la consommation d'espaces et/ou d'ENAF	Apport pour la biodiversité
Nichoir à oiseaux	-	-	+++
Gîte à chauve-souris	-	-	+++
Hôtel à insectes	-	-	++

Tableau récapitulatif de la solution technique pour le respect de l'environnement. Source : Atelier ZAN 2.

POINT DE VIGILANCE

La colonisation des habitats n'est pas forcément assurée. En effet, il est important de garder en tête que chaque espèce a ses préférences et peut mettre du temps avant de s'installer. La patience sera de mise pour espérer la présence de biodiversité animale.

DIMENSION SOCIALE

La mise en place d'habitat, outre son intérêt écologique, permet de sensibiliser les citoyens ; voir un nichoir ou un gîte apposé sur un mur rappelle la présence d'espèces même en milieu urbain dense. Les oiseaux, les chauves-souris ou encore les insectes ont tout autant leur place et la cohabitation est totalement possible. Afin de pérenniser ce type de solution il est important de mener des actions de sensibilisation auprès du public, l'acceptation de la biodiversité en ville passe avant tout par l'acceptation et la compréhension sociale. De plus, cette présence offre une nature de proximité et constitue un apport bénéfique sur la santé et le bien-être et cela aussi bien chez les plus petits que chez les adultes. A noter que pour les hôtels à insectes il est possible de le construire soi-même, par exemple en concertation avec les habitants d'un quartier. Ces dispositifs deviennent alors des projets pédagogiques et ludiques.

ACTEURS

Afin d'installer le plus justement possible des habitats, l'aménageur doit se questionner sur les

espèces déjà présentes, qui pourraient bénéficier de ces abris et sur les types de nichoirs/gîtes adaptés. De ce fait, il est important de faire appel à un spécialiste tel qu'un écologue ou un naturaliste. Cet expert aura pour rôle d'identifier les espèces déjà présentes puis de proposer les solutions les plus appropriées. Ces étapes peuvent exiger des connaissances pointues en fonction des espèces.

Pour les constructions neuves avec l'ambition de mettre en place des nichoirs/gîtes intégrés soit dans la structure soit dans l'isolation, il est nécessaire de collaborer avec l'entreprise chargée des constructions. Pour mettre en place des habitats intégrés il est nécessaire d'avoir une réflexion en amont. De ce fait, mener des échanges entre le maître d'ouvrage, les entreprises de gros-oeuvre et un expert écologue est une phase essentielle pour assurer la réussite des habitats.

Les associations naturalistes ont un rôle important à jouer, notamment en termes de sensibilisation. Certaines interviennent par exemple dans les écoles dans l'objectif de sensibiliser les individus dès leur plus jeune âge à l'intégration de la biodiversité.

POINT DE VIGILANCE

Si des chauves-souris sont présentes au moment des travaux, il faut prendre obligatoirement contact avec des spécialistes, puisque toutes les chauves-souris ainsi que leurs habitats sont protégés.

EXEMPLES

Exemple d'installation d'un hôtel à insectes

La commune de Chantraine située dans le département des Vosges compte environ 3200 habitants. Depuis le printemps 2017, un hôtel à insectes est positionné sur la rue Victor Hugo à proximité d'une prairie fleurie afin de créer des conditions de ressources favorables aux insectes. Les agents de la collectivité se sont chargés de construire entièrement l'hôtel.



Photo de l'hôtel à insectes dans la commune de Chantraine. Source : Site internet de la commune

Exemple d'installation de gîtes à chauves-souris

En 2011 la Société Autoroute du Sud de la France (ASF), une filiale de Vinci décide d'installer des gîtes à chauves-souris au niveau d'un viaduc dans les Hautes-Pyrénées. La société a installé pas moins de 24 gîtes sous ce viaduc de l'Arrêt-Darré (Autoroute A64). En collaboration avec des associations de protection de la nature et le bureau d'étude Ecotone, plusieurs colonies de chauves-souris ont été identifiées. Afin d'améliorer son potentiel d'accueil, le viaduc a été réaménagé et ainsi de nouvelles ouvertures ont été créées pour faciliter l'accès et l'installation des chiroptères.

Exemple d'installation de nichoirs à oiseaux

Au sein de la commune de Mignaloux-Beauvoir, située dans le département d'Isère, les murs du centre de loisir accueillent des nichoirs à oiseaux. Cette initiative débute lorsque l'architecte Claudine Gaudin souhaite intégrer le respect et l'accueil de la faune locale dans une construction contemporaine. Un partenariat entre la LPO Vienne, l'architecte et des entreprises de maçonnerie/charpente voit le jour. Le projet comprend différents types d'aménagement :

- De simples trous dans le bardage puis encastrés dans les creux moulés du coffrage en béton, afin d'accueillir mésanges bleues, moineaux domestiques ;
- Sous le préau, une grande caisse en bois installée dans un trou mural permet l'accueil de l'effraie des clochers ;
- Dans les panneaux de bois sont percées des entrées pour permettre aux martinets de s'installer.



Photo de nichoirs à oiseaux intégrés au bâti dans la commune de Mignaloux-Beauvoir. Source : Guide technique « Biodiversité & Bâti » fiche n°10

Exemple de rénovation d'abbaye

L'abbaye de Beauport située dans le département des Côtes d'Armor a été restaurée tout en prenant en compte la protection de la faune. Double enjeu pour cette abbaye, à savoir concilier la mise en valeur du patrimoine bâti et la protection du patrimoine naturel. L'association chargée de mener des réflexions autour de cette rénovation à décider d'aménager de nombreuses cavités-nichoirs dans les murs de l'abbaye. Aujourd'hui, et suite à la rénovation de la toiture et des charpentes, une colonie de martinets peut s'y installer, un nichoir pour une effraie des clochers est placé dans les combles et de nombreuses ouvertures sont présentes pour assurer le passage des chauves-souris. L'ensemble de ces aménagements ont été pensé par une équipe pluridisciplinaire et dès la phase de planification.

POUR APPROFONDIR

Jean-François Coffin, Jardins de France, « *Abris à insectes : les conseils d'un pro* » [en ligne], date Disponible sur : <https://www.jardinsdefrance.org/abris-a-insectes-les-conseils-dun-pro/>

Guide Bâtiment Durable - Brussels, « *Dossier : Offrir des habitats pour la faune* » [en ligne], 2017. Disponible sur : <https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/concevoir.html?IDC=9685>

Le blog de Martine Wauters, « *Martine(T) News* » [en ligne], 2021. Disponible sur : <http://martinew.canalblog.com/>

Guide technique, « *Biodiversité & Bâti* », fiche n°8, [en ligne]. Disponible sur : <https://www.biodiversiteetbati.fr/Files/Other/Fiches%20techniques/Fiche10.pdf>

Guide technique, « *Biodiversité & Bâti, aménagements pour les oiseaux* », fiche n°25, [en ligne]. Disponible sur : <http://www.biodiversiteetbati.fr/Files/Other/FT%20BPU/FT25-AmenagementOiseaux.pdf>