



# PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT

GUIDE DE RECOMMANDATIONS ET D'ÉVALUATION



# PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT

## GUIDE DE RECOMMANDATIONS ET D'ÉVALUATION

Avril 2026

**Directeur général :** Nicolas Bauquet

**Directeur général adjoint, coordination des études :** Sébastien Alavoine

**Direction de l'Agence régionale de la biodiversité en Île-de-France :** Jonathan Flandin

**Rédaction :** Marc Barra

**Relecture et apports :** Lucile Dewulf, Klaire Houeix, Gwendoline Grandin, Olivier Renault, Hemminki Johan, Gabrielle Huart, Sandrine Barreiro, Maximilian Gawlik, Alexandra Cocquière

**Mise en page :** Agnès Charles

**Relations presse :** Sandrine Kocki, sandrine.kocki@institutparisregion.fr

**Fabrication :** Sylvie Coulomb

**Impression :** Rivaton

N° d'ordonnancement : 43.24.06

ISBN : 978-2-7371-2282-8

Crédit photo de couverture : Écoquartier Gare de Rungis, Paris 13. © Gwendoline Grandin

**Référence bibliographique à utiliser :** Barra, M. (2025). *Prendre en compte la biodiversité dans les opérations d'aménagement : Guide de recommandations et d'évaluation*. ARB Île-de-France, L'Institut Paris Region.

**L'Institut Paris Region**

Campus Pleyad - Pleyad 4

66-68 rue Pleyel

93200 Saint-Denis

Tél. : + 33 (1) 77 49 77 49

www.institutparisregion.fr

# RÉSUMÉ EXÉCUTIF

---

Dans un contexte réglementaire de plus en plus exigeant, marqué par la loi Biodiversité de 2016, la loi Climat et Résilience de 2021, l'objectif ZAN de 2023 (Loi du 20 juillet 2023, dite « Loi ZAN II ») et le règlement européen sur la restauration de la nature entré en vigueur en 2024, une évolution profonde et systémique de nos pratiques d'aménagement s'impose.

L'Institut Paris Region publie l'étude *Prendre en compte la biodiversité dans les opérations d'aménagement - Guide de recommandations et d'évaluation* afin d'accompagner les acteurs de l'aménagement dans cette transition. Si la biodiversité est désormais un thème médiatisé dans ce domaine, elle reste parfois cantonnée à du simple « verdissement », sans véritable remise en question des pratiques traditionnelles qui artificialisent les sols et contribuent au déclin des espèces.

Ce guide propose des recommandations et une méthode de travail pour intégrer la biodiversité dans toutes les étapes du projet. Un manuel à la fois théorique et pratique pour réfléchir et être utilisé sur le terrain. Il aborde les notions suivantes :

## • Stratégie biodiversité et programmation urbaine

L'intégration de la nature dans les projets urbains appelle d'abord une réflexion stratégique globale à l'échelle de la collectivité comme à celle du projet. Face à l'artificialisation des sols, c'est d'abord la sobriété qui prime à tous les niveaux. Elle invite à renoncer à artificialiser quand d'autres options sur l'existant sont possibles ou à concevoir les projets au bon endroit, en renonçant à imperméabiliser des sols vivants ou des espaces de pleine terre en ville. Faire la ville nature, c'est aussi préserver l'existant et faire avec le déjà-là, et adopter une « culture naturaliste » du projet qui voit dans la biodiversité non pas une source de contrainte mais des opportunités pour innover, en s'adaptant aux paysages et aux espèces.

## • Concevoir le socle écologique : diagnostic et préservation de l'existant

Ce changement de paradigme exige un rapprochement des métiers et de nouvelles postures professionnelles : urbanistes, architectes et ingénieurs sont invités à travailler en concertation avec des naturalistes, des écologues et des paysagistes dès les phases préliminaires. Avant la moindre esquisse, la phase de diagnostic écologique est la plus importante : elle fait un état des lieux de la faune, la flore, la fonge, les sols, le climat local ainsi que les continuités écologiques existantes ou potentielles. Le diagnostic écologique est toujours assorti de recommandations et sert de base pour les autres acteurs et étapes du projet. Plus qu'une formalité, c'est un outil d'arbitrage et de compromis pour trouver des solutions adaptées à l'existant et aux projections.

## • L'architecture : bâti et matériaux

Au-delà du choix d'implantation, des innovations architecturales existent pour concilier densité et nature en ville, mais sont encore trop peu mises en œuvre. Il est pourtant possible de réfléchir à des formes urbaines, des orientations ou des dispositions qui perméabilisent nos quartiers à la biodiversité et intègrent mieux les opérations au paysage environnant. Face aux risques d'une densification trop forte, il est aussi temps de réfléchir à des proportions d'espaces végétalisés minimum dans les opérations, en quantité comme en qualité. Nous passerions ainsi de la simple décoration végétale à la prise en compte des fonctionnalités écologiques : tailles d'habitats suffisantes pour les espèces, connectivité écologique et complexité du vivant en ville. Au-delà du site, la biodiversité est aussi « grise », à travers les matériaux et leur empreinte écologique. Là aussi, des solutions existent pour relocaliser nos approvisionnements et diversifier nos ressources.

## • Chantier, exploitation et usages

Prendre soin du vivant implique de réduire toutes les pressions environnementales associées à la vie d'un site. Celles-ci commencent dès l'étape de chantier, où de nombreuses mesures peuvent être mises en œuvre pour s'adapter au calendrier des espèces, protéger les arbres et leurs réseaux racinaires, protéger les sols et mieux gérer les espèces dites envahissantes. Plus tard dans la vie du projet, ce sont les usagers eux-mêmes qui pourront prendre soin de la biodiversité en appliquant une gestion écologie et différenciée sur des espaces déjà pensés pour cet usage.

### • Le défi de la rénovation

L'équation du Zéro Artificialisation Nette (ZAN) place la rénovation au cœur des stratégies de sobriété foncière. Si les solutions pour construire la ville sur elle-même sont bien documentées (requalification des logements et bureaux vacants, déconstruction/reconstruction, friches artificialisées), la rénovation amène aussi son lot de découverte d'espèces protégées qui se sont installées dans les bâtiments anciens ou vétustes. Leur prise en compte nécessite une démarche rigoureuse et adaptée.

### • Évaluer son projet : une grille d'indicateurs et des ressources

Plutôt qu'une formule « clé en main », l'ouvrage présente surtout une démarche réflexive et vise à outiller les professionnels pour se poser les bonnes questions dès l'amont d'un projet. Il s'agit de privilégier des solutions adaptées au contexte local, non standardisées, et fondées sur l'expertise des écologues, paysagistes et naturalistes. Pour accompagner cette transformation, le guide propose 25 indicateurs pour s'autoévaluer autour de six grandes familles : la sobriété foncière et la conservation des sols à l'échelle de la planification, l'adaptation au contexte local, le respect des sols et de la trame brune à l'échelle du projet, la conception des espaces non bâtis, la conception architecturale et le cadre bâti, et enfin l'implication citoyenne.



En zone dense, la végétalisation des façades et des toitures fait partie des solutions pour attirer la biodiversité.

© Marc Barra

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



Pieds d'immeubles végétalisés. © Marc Barra

# SOMMAIRE

---

INTRODUCTION .....	7
La biodiversité, une révolution pour les métiers de l'aménagement ? .....	7
Impliquer les écologues, naturalistes et paysagistes .....	7
<b>1 • STRATÉGIE BIODIVERSITÉ ET PROGRAMMATION URBAINE.....</b>	<b>11</b>
Choix du site : ménager les sols.....	11
Les friches : de simples réserves foncières ? .....	14
La densité en question .....	18
Jouer sur les formes urbaines.....	22
(Faire) appliquer des coefficients de pleine terre ou éco-aménageables.....	22
<b>2 • CONCEVOIR LE SOCLE ÉCOLOGIQUE : DIAGNOSTIC ET PRÉSERVATION DE L'EXISTANT .....</b>	<b>27</b>
Réaliser un diagnostic écologique complet.....	27
Conserver les arbres existants dans le projet.....	35
Favoriser la naturalité et la complexité des espaces végétalisés.....	40
Intégrer les trames (verte, bleue, brune et noire) aux opérations.....	47
<b>3 • L'ARCHITECTURE : BÂTI ET MATÉRIAUX .....</b>	<b>55</b>
Végétaliser le bâti (toitures et façades).....	55
Accueillir la petite faune sur le bâti .....	65
Choisir des matériaux à faible impact sur la biodiversité .....	72
<b>4 • CHANTIER, EXPLOITATION ET USAGES .....</b>	<b>79</b>
Limiter les impacts du chantier .....	79
Impliquer les habitants sur les choix liés à la nature de proximité .....	85
Pratiquer la gestion écologique, différenciée et participative .....	86
<b>5 • LE DÉFI DE LA RÉNOVATION .....</b>	<b>95</b>
Rénovation thermique et biodiversité .....	96
Le cas du bâti ancien ou des monuments historiques .....	100
Rénovation et matériaux écologiques .....	103
Et si l'on pratiquait la désartificialisation ?.....	104
<b>6 • ÉVALUER SON PROJET : UNE GRILLE D'INDICATEURS ET DES RESSOURCES.....</b>	<b>111</b>
RÉFÉRENCES SCIENTIFIQUES.....	141



La prise en compte de la biodiversité réinterroge les pratiques des acteurs de l'aménagement. © Marc Barra

# INTRODUCTION

## **LA BIODIVERSITÉ, UNE RÉVOLUTION POUR LES MÉTIERS DE L'AMÉNAGEMENT ?**

La pensée aménagiste, héritée des courants du modernisme et de l'hygiénisme, a longtemps ignoré les impacts de ses interventions sur le vivant. Malgré une évolution progressive des mentalités et l'émergence de projets innovants, les pratiques d'aménagement continuent trop souvent de s'appuyer sur l'artificialisation des sols et l'exclusion de la nature. Les nouvelles réglementations, telles que la loi Biodiversité de 2016 ou la loi Climat et résilience de 2022, tout comme l'arrivée de nouveaux acteurs, notamment les écologues, a permis de faire émerger de nouvelles méthodes (diagnostics écologiques, assistance à maîtrise d'ouvrage, etc.) et renouveler les pratiques en replaçant la nature au cœur du projet urbain (Clergeau, 2020). Au sein même du secteur de l'aménagement, des voix critiques s'élèvent pour dénoncer l'impasse des approches traditionnelles (Henry, 2023).

Concevoir une ville-nature nécessite une approche radicalement différente, à commencer par une nouvelle manière d'envisager les sols : non plus comme de simples supports constructibles, mais comme des milieux vivants, reconnus pour leurs fonctions écologiques essentielles (infiltration de l'eau, stockage du carbone, et support de la végétation). Ce modèle privilégie la conception autour des arbres existants, de structures végétales complexes et connectées, plutôt que la création d'espaces « verts » standardisés et peu diversifiés. Il s'éloigne des solutions décoratives pour s'appuyer sur l'expertise naturaliste, qui s'intéresse aux espèces et fonctions écologiques, afin d'élaborer des réponses adaptées à leur cycle de vie. Enfin, la biodiversité réinterroge le choix du site, la densité, les formes urbaines et la gestion sur le long terme. Il ne s'agit plus d'intégrer la nature au projet mais les projets dans la nature, afin qu'elle remplisse pleinement ses fonctions (amélioration de la qualité de vie et de la santé, dépollution de l'eau, de l'air et du sol, régulation thermique).

## **IMPLIQUER LES ÉCOLOGUES, NATURALISTES ET PAYSAGISTES**

Pour une approche rigoureuse du sujet, les professionnels du vivant (naturalistes, écologues et paysagistes) doivent intervenir dès les premières phases de planification, et pas seulement sur le volet réglementaire (étude d'impacts) ou sur le lot « espaces verts ». Le naturaliste intervient en premier : il réalise des inventaires sur le site et ses abords, souvent sur une année complète, pour identifier les espèces présentes et les enjeux écologiques, au-delà des seules contraintes réglementaires. Son travail nourrit ensuite l'intervention de l'écologue (parfois la même personne), qui fait le lien entre diagnostic et projet. L'écologue assure un rôle de traducteur entre les données naturalistes de terrain et les choix opérationnels des projets d'aménagement. Naturalistes comme écologues peuvent assurer la rédaction de dossiers réglementaires (Natura 2000, dossiers de dérogation au régime de protection des espèces, dossiers « cas par cas », les études d'impact environnemental) et contribuer à l'élaboration de plans d'action et de gestion. Le rôle des écologues ne se limite pas à leur expertise scientifique et technique. Dans le cadre de projets d'aménagement, ils doivent aussi apprendre à négocier, à trouver des compromis et à faire des arbitrages entre ce que leur suggère la science et aux attentes des promoteurs, soumis à des logiques de production et de rentabilité. En complément, le paysagiste incarne le volet opérationnel. Il intervient en articulation étroite avec l'écologue, en y ajoutant sa sensibilité aux usages, aux perceptions et à l'esthétique. Trop souvent cantonné à la végétalisation ou aux voiries, il doit aujourd'hui penser les espaces de nature comme des écosystèmes à part entière : choix des espèces, agencement des strates, continuités écologiques, respect du sol vivant. D'autres compétences sont également pertinentes, notamment du côté de la sociologie, pour mieux comprendre les attentes des habitants face à la nature et faciliter l'acceptation du vivant dans les projets urbains. Historiquement, les professionnels de la ville et ceux de l'écologie

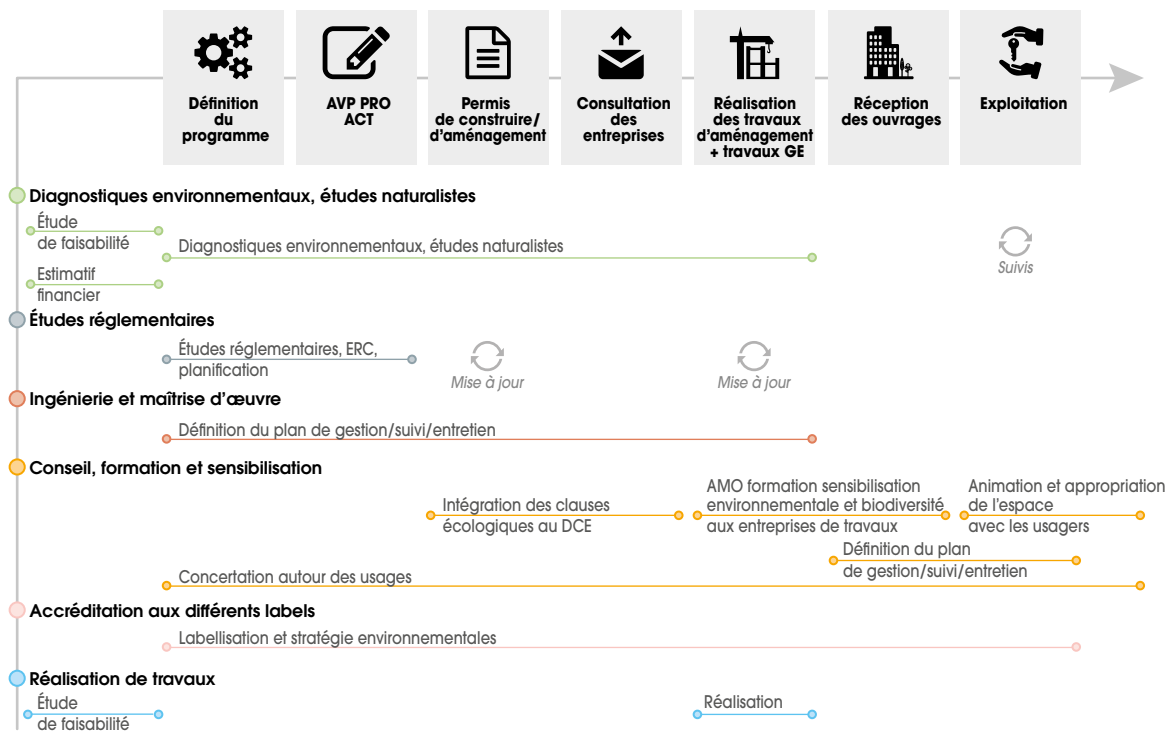
**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

ont été formés séparément et ont peu collaboré. Pourtant, des coopérations se développent, souvent de manière informelle, autour d'outils partagés comme les diagnostics écologiques. La formation

croisée et le dialogue interdisciplinaire restent aujourd'hui des leviers clés pour faire émerger une culture commune autour du vivant.

	Écologue	Paysagiste-concepteur	Naturaliste
<b>Définition</b>	Il a une connaissance générale de la biodiversité, étudie les effets des activités humaines sur les espèces, les habitats et les fonctions écologiques.	Il joue un rôle central dans la conception et le pilotage des projets de parcs, jardins et d'espaces publics.	Il a une connaissance approfondie des espèces, qu'il est capable d'inventorier à l'échelle du projet, le plus souvent spécialiste d'un ou plusieurs taxons ; il propose des mesures de conservation/ gestion adaptées.
<b>Formation</b>	Formation universitaire en écologie (Master ou Doctorat).	Diplôme d'État de Paysagiste (École de paysage).	Masters spécialisés (taxonomie, expertise Faune/ Flore), formations professionnelles, autodidacte.
<b>Niveau d'intervention</b>	En tant qu'AMO (assistance à maîtrise d'ouvrage) ou intégré à la Maîtrise d'ouvrage ou d'œuvre.	En tant que Maître d'œuvre (mandataire ou prestataire) ou en tant qu'AMO.	Il réalise les études préalables en amont du projet (réglementaires ou volontaires) ainsi que les suivis écologiques.
<b>Rôle dans le processus d'aménagement</b>	Il joue un rôle de conseil auprès des différents acteurs, il assure un lien avec les naturalistes et traduit les études préalables en préconisations opérationnelles.	Il assure la maîtrise d'œuvre, seul ou en équipe, en tenant compte des besoins et des souhaits du client ainsi que des contraintes du site. Il peut aussi être AMO, faire partie de la Maîtrise d'ouvrage et définir les cahiers de charges, etc.	Son expertise s'arrête généralement une fois les études préalables terminées, mais il peut également intervenir pour expliquer ses préconisations. Parfois, l'écologue et le naturaliste sont une seule et même personne.

**Complémentarités et différences entre écologues, naturalistes et paysagistes**



L'implication des écologues peut se faire à différentes phases du projet. Source : UPGE - Agir pour la biodiversité urbaine : le génie écologique au service de la nature en ville

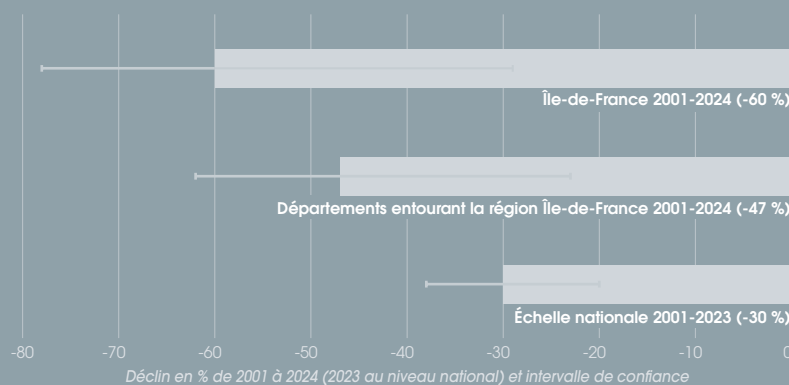
## COMMENT SE PORTE LA BIODIVERSITÉ DANS LES VILLES ?

La biodiversité urbaine est généralement moins riche que dans les milieux naturels ou faiblement anthropisés (Aronson et al., 2014), en raison de l'imperméabilisation des sols, de la fragmentation des habitats, des pollutions, de l'élévation des températures et des perturbations liées aux activités humaines. Néanmoins, les espèces ne réagissent pas de la même façon : certaines, dites généralistes, s'adaptent bien aux conditions urbaines et tolèrent les perturbations (Pigeon ramier, Corneille noire, Abeille domestique) tandis que d'autres, dites spécialistes, sont plus exigeantes et dépendent d'habitats ou de ressources très spécifiques (plantes hôtes, types de sols, microclimats), elles sont fragilisées par l'urbanisation. La ville agit ainsi comme un « filtre » : elle sélectionne les espèces capables de s'adapter et impacte les plus exigeantes. Ce phénomène appelé « homogénéisation biologique » a été décrit par de nombreux écologues dans différentes villes du monde (McKinney, 2006 ; Aronson et al., 2014).

En Île-de-France, les espèces spécialistes du bâti, comme le Moineau domestique, le Merle noir ou l'Hirondelle de fenêtre, connaissent un déclin marqué dans les milieux urbains de la région (Fontaine et al., 2020). À Paris, entre 2003 et 2022, la population de moineaux domestique a chuté de 80 %. Sur le périmètre du Grand Paris, une étude a montré en 2023 que la richesse spécifique des oiseaux diminue avec l'augmentation du degré d'urbanisation, tandis qu'elle est positivement corrélée aux zones végétalisées et négativement aux zones minérales (Malher et al., 2023).

Chez les insectes, les données du programme Spipoll (Suivi Photographique des Insectes POLLinisateurs, 7000 espèces observées sur 1606 plantes) confirment un fort effet de filtrage urbain : plus on s'approche du cœur des villes, plus la diversité des pollinisateurs diminue, en particulier chez les coléoptères, papillons et mouches. Seules les espèces généralistes, capables de butiner une grande variété de fleurs, s'adaptent bien aux environnements urbains.

La flore présente des réponses très contrastées face à l'artificialisation des milieux. Les travaux du Conservatoire botanique national du Bassin parisien (Machon et al. 2025 ; Vallet et al. 2025), montrent que certaines espèces tirent parti des environnements urbanisés : dites urbanophiles, elles trouvent dans la ville des conditions favorables à leur développement, à l'image du Sisymbre vélaré (*Sisymbrium irio*). À l'inverse, l'augmentation de la densité bâtie s'accompagne du déclin, voire de la disparition, d'espèces spécialistes des milieux naturels et semi-naturels, qualifiées d'urbanophobes. Si les espaces urbains constituent des foyers d'introduction pour de nombreuses espèces exotiques, la flore urbaine demeure néanmoins largement dominée par des espèces indigènes très communes à l'échelle francilienne. Par ailleurs, en milieu urbain dense, la richesse floristique observée dans les interstices de la ville (pieds d'arbres, trottoirs, toitures et murs végétalisés, etc.) connaît une nette augmentation, probablement liée à la généralisation des pratiques de végétalisation et à l'abandon des désherbants chimiques (Muratet 2014).



© Maxime Zucca



© Ophélie Ricci

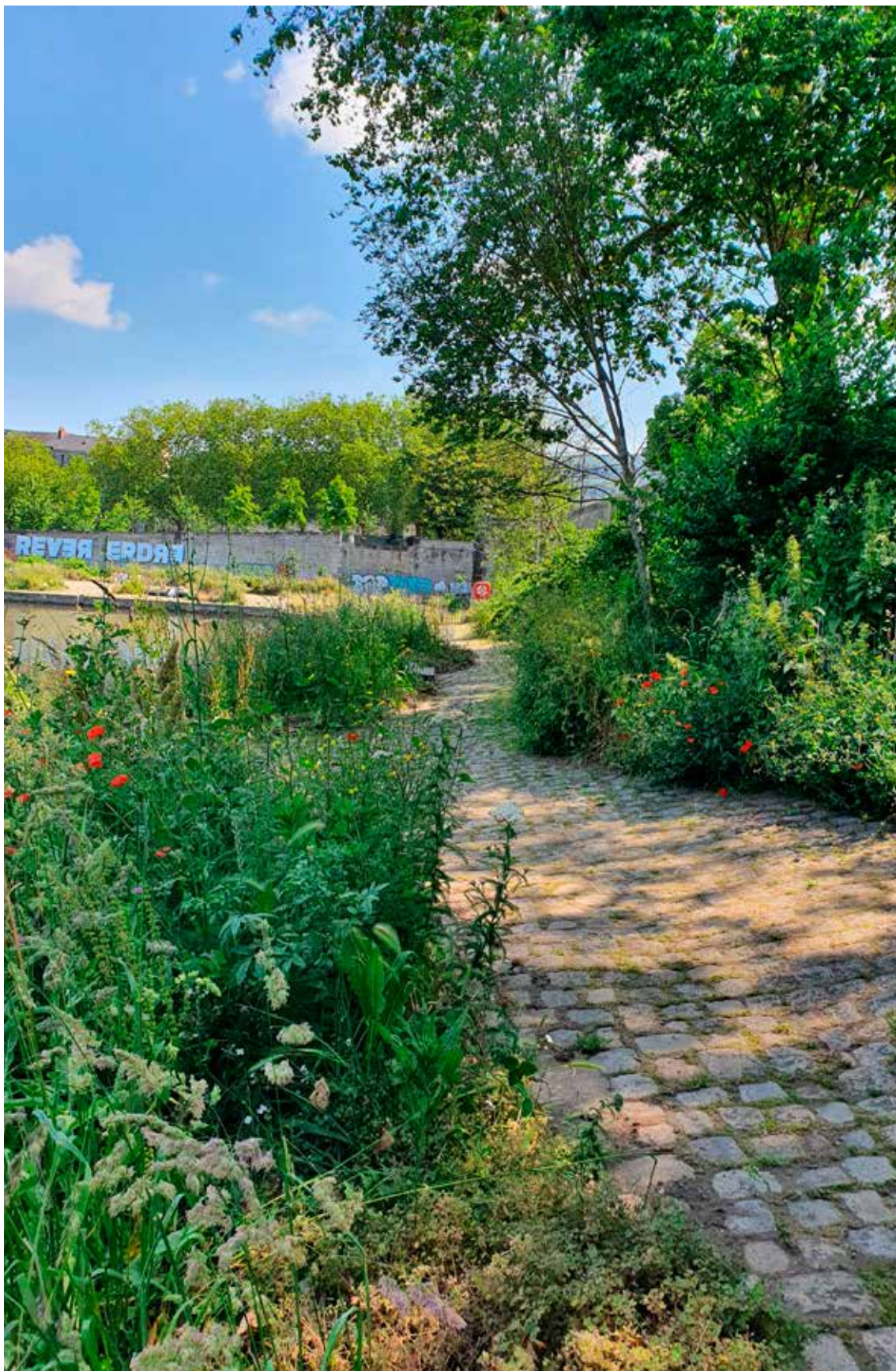


© Ophélie Ricci



© Julien Birard

◀ Tendances observées pour l'abondance de 4 oiseaux spécialistes du bâti (Martinet noir, Hirondelle de fenêtre, Rougequeue noir et Moineau domestique) .



Les projets de renouvellement doivent veiller à conserver des espaces de pleine terre. © Gabrielle Huart

# 1 • STRATÉGIE BIODIVERSITÉ ET PROGRAMMATION URBAINE

## CHOIX DU SITE : MÉNAGER LES SOLS

Préserver des sols non artificialisés constitue l'un des fondements de la conservation de la biodiversité terrestre. Pourtant, chaque année, près de 24 000 hectares disparaissent sous l'effet de l'artificialisation, soit l'équivalent de la superficie de la ville de Marseille. La France est, à ce titre, le pays européen qui consomme le plus de sols, à un rythme quatre fois supérieur à celui de sa croissance démographique. Derrière ce constat se cache une réalité diffuse : les « petits projets » de construction, occu-

pant seulement deux à trois hectares chacun sur une décennie, s'additionnent pour représenter une part significative de la consommation nationale.

C'est sur la base de ce diagnostic qu'a été adopté, en 2022, l'objectif de Zéro Artificialisation Nette (ZAN). Cette politique se veut une boussole pour l'ensemble des territoires, mais elle reste encore incertaine dans ses modalités de mise en œuvre (Desrousseaux, 2024). En l'absence de trajectoires précises, collectivités et aménageurs doivent composer avec un double impératif : répondre aux besoins en



En Île-de-France sur la dernière décennie, l'urbanisation a consommé en moyenne 774 hectares d'espaces naturels, agricoles et forestiers par an. © Maxime Zucca

développement tout en respectant la sobriété foncière.

La région Île-de-France illustre bien ces tensions. Elle hérite d'une dynamique d'urbanisation forte mais s'est nettement engagée dans la sobriété foncière de nos jours. Ainsi, le rythme d'urbanisation de la dernière décennie s'est établi à 774 hectares par an en moyenne, soit un niveau trois fois et demie inférieur au pic des années 1990. La région fait notamment preuve d'une grande efficacité dans son développement urbain : la part du renouvellement urbain dans les nouvelles constructions est deux fois supérieure en Île-de-France par rapport à la moyenne nationale et les extensions urbaines y sont en moyenne 2,5 fois plus denses. Toutefois, cette efficacité diminue à mesure que l'on s'éloigne de l'agglomération parisienne et des principales polarités de grande couronne. Par ailleurs, la part prépondérante que représentent les activités économiques dans l'urbanisation est une spécificité francilienne : la contribution de celles-ci à la consommation d'espace croît quasi sans discontinuer depuis 1982, pour en devenir aujourd'hui le premier déterminant.

Bien que les processus de renouvellement urbain soient majoritaires dans l'accueil de logements et que le SDRIF-E fixe une trajectoire de sobriété foncière de - 176 ha d'urbanisation jusqu'en 2050, les défis restent immenses : comment concilier sobriété foncière, densification urbaine et présence accrue de nature dans des territoires déjà marqués par la minéralité ? Le SDRIF-E prévoit diverses dispositions au-delà de la trajectoire ZAN : préservation et restauration des continuités, trame noire et trame blanche, préservation de la pleine terre, objectifs différenciés de production de logements pour les territoires les plus imperméabilisés, création d'espaces verts, etc.

À l'échelle des documents d'urbanisme, plusieurs leviers permettent de décourager l'artificialisation d'espaces naturels, agricoles et forestiers. Les outils fonciers et de connaissance viennent également renforcer cette capacité d'action. Les travaux de thèse de Thomas Boutreux soulignent d'ailleurs l'importance du contexte d'implantation : il explique à lui seul 45 % de la valeur de la biodiversité d'une parcelle, contre 33 à 45 % pour les facteurs directement maîtrisables par les aménageurs. Le rôle des collectivités dans le choix des sites est donc déterminant pour le devenir de la biodiversité.

À l'échelle opérationnelle, c'est bien « l'esprit du ZAN » qui doit guider chaque projet. Les acteurs de la construction et de l'aménagement – promoteurs, architectes, aménageurs, entreprises du BTP – sont invités à renoncer, ou du moins éviter, les extensions sur terres agricoles et forestières. Pour justifier une implantation hors enveloppe urbaine existante, il leur incombe de démontrer l'absence d'alternative dans la commune concernée, qu'il s'agisse de la résorption de la vacance ou de la réhabilitation de bâtiments. Les opérations menées intégralement sur l'existant apparaissent donc comme les plus vertueuses. Elles reposent sur le recyclage urbain – rénovation, reconversion de bureaux en logements, surélévation, ou réinvestissement de friches imperméabilisées – et n'empiètent pas sur de nouveaux terrains.

En milieu dense, les projets de renouvellement urbain doivent cependant veiller aux espaces de pleine terre ou déjà végétalisés, même lorsqu'il s'agit de simples espaces enherbés considérés comme de faible qualité écologique ou artificialisés selon la nomenclature du ZAN. Ils sont facilement réversibles : une pelouse rase peut redevenir facilement une prairie en gestion écologique tandis qu'un sol minéralisé nécessite des efforts conséquents pour être renaturé.



**Avec le ZAN, les acteurs de l'aménagement sont invités à éviter les extensions sur des terres agricoles et forestières.**  
© Hélène Michaud

Des outils comme le coefficient de pleine terre ou de biotope pourront être appliqués volontairement afin de limiter l'emprise bâti et conserver suffisamment d'espaces de pleine terre. Ces projets ont également la possibilité de compenser les surfaces artificialisées par des mesures de renaturation. Comme nous le verrons dans la suite de ce guide, il est important de rendre compte, non seulement de la quantité de surfaces en pleine terre avant et après le projet, mais aussi de la qualité écologique de ces sols.

Dans le cadre de l'expérimentation « Objectif zéro artificialisation nette », la commune de Ris-

Orangis (Essonne) a été accompagnée par le Cerema et le bureau d'études Sol Paysage pour réaliser une cartographie de ses sols. L'objectif est clair : effectuer un diagnostic de la qualité des sols pour leur redonner une place centrale dans les choix d'aménagement du territoire. En tout, 120 sondages ont été effectués dans les espaces végétalisés publics et privés. En parallèle, un Atlas de la biodiversité communale a été réalisé avec les citoyens. Ce travail a permis à la commune de reconsidérer ses projets d'urbanisation, en cours et à venir. Il a entraîné des décisions immédiates comme l'arrêt de la densifi-

Acteurs et responsabilités	Projets en extension sur des Espaces naturels, agricoles et forestiers (ENAF)	Projet en renouvellement urbain	Projets sur des surfaces déjà minéralisées ou bâties
	 	 	 
Collectivités territoriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Protection des sols et de la nature affirmée dans les PLU/PLUi : dans le PADD, dans le zonage et le règlement, en développant des OAP, en s'appuyant sur des diagnostics ou des Atlas de la Biodiversité Communale et en s'inscrivant dans les objectifs supérieurs (SDRIF-E, SRCE).</li> <li>Dissuader les acteurs d'implanter leur projet sur des espaces NAF via leurs documents d'urbanisme (zonage, règlement) et les outils fonciers (ex. acquisition).</li> <li>Réinterroger les besoins du territoire.</li> <li>Si la collectivité décide malgré tout d'ouvrir à la construction en ENAF, les autres acteurs devront mettre en place des mesures volontaires pour minimiser l'impact de leur projet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimiser les surfaces existantes (taux de vacance des logements, possibilité de densification verticale, déconstruction / reconstruction sur un espace non NAF).</li> <li>Définir un coefficient de pleine terre dans le PLU(i) (éventuellement le SCoT) et faire respecter cette règle dans la délivrance ou le refus de permis.</li> <li>Proposer un cahier des prescriptions architecturale et paysagère avec des recommandations.</li> <li>Éviter les friches à fort intérêt écologique.</li> <li>Mettre en place et faire respecter les outils de préservation des corridors écologiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir un coefficient de biotope, complémentaire au coefficient de pleine terre mais appliqué aux zones déjà bâties.</li> <li>Proposer un accompagnement de type diagnostic écologique ou aide pour les particuliers.</li> </ul>
Aménageurs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renoncer à construire sur des ENAF.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Systématiser la réalisation d'un diagnostic écologique</li> <li>Conserver l'existant.</li> <li>Maintenir un taux d'espaces de pleine terre autour de 50 %.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appliquer un coefficient de biotope volontaire, en l'absence de prescriptions en ce sens dans le PLU(i), ou allant au-delà de celles-ci, lorsqu'elles existent.</li> </ul>
Équipe de maîtrise d'œuvre (MOe)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter l'impact sur les sols par des formes urbaines compactes et des solutions sur pilotis ou avec de matériaux perméables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conserver l'existant.</li> <li>Mettre en place des solutions en pleine terre dans l'opération.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximiser les solutions de végétalisation du bâti.</li> </ul>

**Les responsabilités des acteurs de l'aménagement en matière de sobriété foncière et d'accueil de la biodiversité.**



**ZAC de la Ferme d'Orangis : un projet revu à la baisse pour préserver la qualité des sols.** © Maison Edouard François

cation du tissu pavillonnaire, l'étude ayant révélé la grande valeur écologique des jardins. Et, c'est une première dans le milieu de l'aménagement : la programmation en logements de la ZAC de la Ferme d'Orangis va être réduite dans un souci de préservation de la qualité des sols. Le volume de logements passera de 700-750 à 300 logements de manière à préserver les « sols quasiment originels » présentant d'excellentes qualités.

D'autres outils ont été développés récemment : l'Atlas des sols de l'Essonne, réalisé par l'Institut Paris Region avec le Département (Bénet et Decelle, 2025), met en lumière les dynamiques d'artificialisation, l'efficacité des formes urbaines et les marges de manœuvre pour optimiser l'usage du foncier. Il aide les décideurs à diagnostiquer précisément les enjeux de sobriété foncière (densification, recyclage urbain, intensification résidentielle) et à orienter les documents d'urbanisme.

À l'échelle plus opérationnelle, l'approche Quali'ZAN, développée par EpaMarne/EpaFrance, est un outil d'aide à la décision destiné à rendre opérationnels les objectifs du Zéro Artificialisation Nette (ZAN) à l'échelle des projets d'aménagement. Elle permet d'évaluer et de comparer différents scénarios de projet selon des indicateurs de sobriété foncière, d'intensité urbaine et de qualité des sols (écologique, agronomique et paysagère). En objectivant les choix de conception dès l'amont, Quali'ZAN favorise la densification pertinente, le recyclage urbain et la limitation de l'étalement. Elle constitue ainsi un levier concret pour intégrer la sobriété foncière dans les arbitrages opérationnels des collectivités et aménageurs.

## **LES FRICHES : DE SIMPLES RÉSERVES FONCIÈRES ?**

Dans le discours comme dans la pratique, la construction sur les friches est fortement encouragée pour éviter l'artificialisation de nouveaux espaces. En effet, les friches offrent souvent des terrains idéaux pour densifier l'existant et éviter de s'étendre sur des terres agricoles. Plusieurs dispositifs (fond friches, simplification des procédures, exonérations fiscales, concours) encouragent leur aménagement. Cependant, les friches ne désignent pas un type d'espace homogène. Si certaines sont entièrement artificialisées, d'autres peuvent abriter une grande variété d'habitats naturels. En région parisienne, la biodiversité dans les friches est plus élevée que dans les espaces verts entretenus. Les friches participent aussi à la trame verte du territoire, comme cela a été montré en Seine-Saint-Denis pour les oiseaux (Zucca, 2008) et les plantes (Muratet et al., 2012). Leur conservation ou leur renaturation sont parfois les derniers espoirs de recréer des espaces de nature dans des secteurs où la densification pourrait renforcer la carence en espaces végétalisés. Les friches sont par ailleurs des espaces éphémères. Entre 1987 et 2021, 37 % des friches urbaines disparu en près de 40 ans, dont 69 % de celles de petite Couronne. 39 % des friches urbaines apparues entre 1982 et 2021 étaient auparavant des espaces naturels, agricoles ou forestiers (Grandin, 2026). Dans ce contexte de tension autour des friches, il semble important de ne pas généraliser le discours sur la densification des friches mais de les traiter au cas par cas. De nouveaux travaux pourraient permettre de proposer un classement des

## LE POINT SUR LA RÉGLEMENTATION

Tout projet d'aménagement doit être conçu de manière à ne pas porter atteinte directement aux espèces sauvages et à leurs habitats (art. L411-1 du Code de l'environnement). Cette obligation s'appuie sur un ensemble de textes législatifs et réglementaires, complétés par des arrêtés ministériels ou régionaux et par des directives européennes. Les porteurs de projet doivent également se référer aux outils de planification et de protection des espaces naturels, tels que les Schémas Régionaux de Cohérence Écologique (SRCE), les chartes de territoires (ex. PNR), les Réserves naturelles, les sites Natura 2000, les Arrêtés préfectoraux de protection de biotope, les Espaces Naturels Sensibles (ENS) et tenir compte d'inventaires tels que les zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF). Ils doivent en outre respecter les règles définies par les documents de planification territoriale comme les SRADET (ou le SDRIF-E en Île-de-France), les SCoT et les PLU.

Les projets susceptibles d'avoir des incidences significatives sur l'environnement sont soumis à une étude d'impact. Celle-ci évalue l'état initial des milieux naturels, de la faune et de la flore, ainsi que les impacts temporaires et permanents liés au projet. Seuls les projets identifiés par l'autorité environnementale comme présentant un risque notable doivent être évalués, mais tous les maîtres d'ouvrage sont encouragés à anticiper les impacts. Si l'étude d'impact révèle une atteinte à des espèces protégées, le maître d'ouvrage doit formuler une demande de dérogation, soumise à trois conditions cumulatives : absence de solution alternative satisfaisante, justification par une raison impérative d'intérêt public majeur, et garantie que l'atteinte ne compromet pas le maintien dans un état de conservation favorable des populations concernées dans leur aire naturelle. La dernière condition est généralement démontrée via la mise en œuvre de la séquence Éviter – Réduire – Compenser (ERC).

La séquence ERC, inscrite dans la loi depuis 1976, s'applique à l'ensemble des espèces et habitats impactés, pas seulement aux espèces protégées. Elle se décline en trois étapes :

- 1) Éviter : cette étape se fait d'abord en amont lors du choix du site, en comparant différentes alternatives pour retenir la moins impactante. Elle se poursuit à la marge du projet, afin de supprimer toutes actions superflues ou dommageables.
- 2) Réduire : réduire l'ampleur et la portée des impacts résiduels en modifiant le projet ou ses méthodes de mise en œuvre.
- 3) Compenser : mettre en place des mesures destinées à recréer, restaurer ou améliorer des habitats pour compenser les atteintes

qui n'ont pu être évitées ni réduites, en tenant compte des fonctions écologiques et des espèces affectées.

À ces étapes s'ajoutent des mesures complémentaires : l'accompagnement (pour améliorer l'efficacité et garantir le succès des mesures compensatoires) et le suivi, indispensable pour vérifier la pérennité et l'efficacité des mesures de réduction et de compensation. Malgré sa formalisation légale, ce cadre présente des limites importantes. Plusieurs rapports et évaluations (CGEDD, Lavoux 2011) ont pointé la qualité insuffisante de nombreuses études d'impact : relevés floristiques et faunistiques souvent incomplets, sous-évaluation des arthropodes et de la « nature ordinaire », et absence d'analyse des effets cumulatifs des projets. La séquence ERC montre également des faiblesses (Weissgerber et al., 2019), notamment la durée limitée des mesures compensatoires (souvent 50 ans maximum), le choix de sites peu adaptés à la renaturation, et le fait que la majorité des projets détruisant des espaces naturels, agricoles ou forestiers ne proposent pas de compensation, surtout si leur ampleur ne déclenche pas d'étude d'impact. Les milieux agricoles, pourtant essentiels pour la biodiversité, sont peu considérés, et leur potentiel d'amélioration via des pratiques agroécologiques est rarement exploité. Enfin, le suivi et le contrôle par les services instructeurs et la police de l'environnement restent insuffisants pour assurer la bonne mise en œuvre des mesures. Dans ce contexte, le rôle du Conseil National de la Protection de la Nature (CNPN), du Conseil scientifique régional du patrimoine naturel et des Missions régionales d'autorité environnementale (MRAe) est crucial : ils permettent d'identifier les projets à risque, de signaler les atteintes à la biodiversité et d'orienter les maîtres d'ouvrage vers de meilleures pratiques, contribuant ainsi à renforcer la protection des habitats et des espèces.



Les chauves-souris, toutes protégées en Europe, sont souvent rencontrées dans les projets de rénovation du bâti. Ici un Petit Rhinolophe.  
© Hemminki Johan

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



**Les friches, des espaces hétérogènes et divers,  
parfois très favorables à la biodiversité.**  
© Gilles Lecuir, Ophélie Ricci, Laurence Nologues



friches franciliennes selon leur intérêt écologique, à travers une approche cartographique et de terrain. Ce type de classement peut permettre d'éclairer l'action publique et orienter la trajectoire des friches vers l'aménagement, la renaturation, ou tout simplement leur protection quand elles agissent déjà en tant qu'espace naturel.

À l'échelle de la parcelle, des outils existent pour évaluer la biodiversité d'une friche (voir ressources page 117). À l'aide de ces outils, les friches identifiées comme pertinentes du point de vue écologique devront être protégées de l'urbanisation. En ce qui concerne les friches déjà artificialisées et qui ne se situeraient pas sur une zone d'intérêt écologique (ex. corridor), elles pourront être privilégiées pour l'aménagement. Si la friche à vocation à être aménagée, rappelons qu'il est nécessaire d'effectuer un diagnostic écologique, comme sur tout autre terrain, qui permettra de ne pas urbaniser l'ensemble de la friche, en conservant des végétations ou vieux arbres existants. Ce type d'arbitrage pourrait se matérialiser dans les documents de planification, en distinguant au sein des PLU, des SCoT ou même du SDRIF-E, les friches à préserver pour leur potentiel écologique, de celles qui peuvent être urbanisées.

### Exemple : la réserve écologique d'Épinay-sur-Seine

Abandonnée pendant 14 ans, une friche d'1,4 hectares à Épinay-sur-Seine est devenue, sous l'impulsion de la mairie, une réserve écologique en 2020. Un bel exemple de renoncement et d'ajustement de la politique d'aménagement à la suite d'inventaires révélant la biodiversité de la friche. Alors que la construction d'une école était programmée, elle a été suspendue (une école existante a été agrandie plus loin) pour conserver cette friche. Le site mêle aujourd'hui des espaces gérés et récréatifs, notamment des jardins partagés mais conserve également des zones non gérées où la végétation continue d'évoluer librement. C'est aujourd'hui un lieu d'apprentissage dédié à la faune et à la flore locales. À l'entrée, la Maison de la Réserve est un bâtiment construit selon des principes « low tech » : paille pour l'isolation, bois pour la structure et terre crue dans le mur en pisé. La Maison de la Réserve intègre également des matériaux recyclés, comme le liège et les menuiseries de réemploi. Le bâtiment repose sur une structure en pilotis et sera réversible, c'est-à-dire entièrement démontable en limitant l'impact sur les sols. Pendant toute la durée du chantier, des ateliers abordant les thématiques de l'écoconstruction ont été organisés.



La réserve écologique, une friche qui a résisté à l'urbanisation pour accueillir un espace de biodiversité, jardins partagés et maison éco-construite. © Épinay-sur-Seine

## LA DENSITÉ EN QUESTION

### Densité bâtie et biodiversité : que disent les études scientifiques ?

Les liens entre biodiversité et densité (ou densification) sont encore assez peu explorés, mais certaines études scientifiques viennent apporter des éclairages utiles. Ce sujet est de plus en plus discuté au regard de la disparition de certains espaces végétalisés urbains dans les villes où la densification est en cours (Haaland, C., & van Den Bosch, C. K., 2015) mais cette question, complexe, s'apprécie à plusieurs échelles.

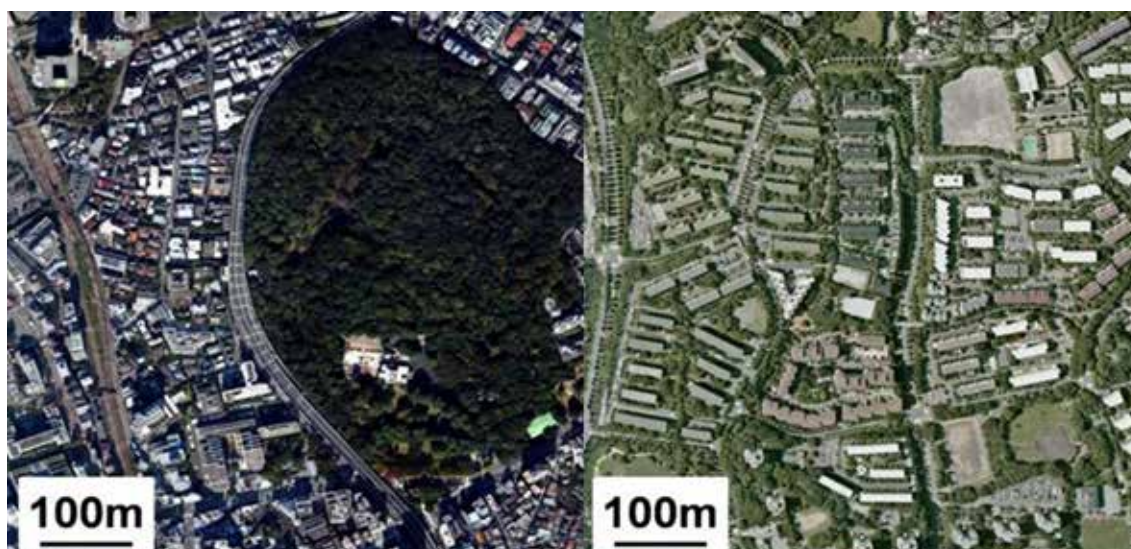
À l'échelle de la ville, il existe un débat entre les partisans du *land sparing* (ceux qui pensent que pour préserver les terres agricoles et naturelles, il faut densifier au maximum), et du *land sharing* (qui défendent l'idée que nos villes sont déjà minérales et denses et ne peuvent être encore davantage densifiées). D'autres, plus nuancés, misent sur les deux approches : une nécessaire réduction de l'étalement urbain et une densification « mesurée » (Droz et al., 2019) qui conserve une part d'espaces de nature en ville tout en jouant sur la qualité de ces espaces pour la biodiversité (McDonald et al., 2023). D'ailleurs, la littérature ne semble pas trancher en faveur d'un modèle unique (Youngsteadt et al., 2023), ce qui plaide pour une articulation des deux stratégies à l'échelle d'une métropole ou d'une ville afin de couvrir un large cortège d'espèces (Soga et al., 2014).

On retrouve dans d'autres publications une notion de « taille » des espaces végétalisés, notamment dans une analyse de 75 métropoles (Beninde et al., 2015) qui établit des seuils à partir desquels l'espace est suffisant pour accueillir la

biodiversité. L'étude distingue les espèces dites urbanophobes dont les besoins en espaces de nature s'élèvent à 53 ha ou plus des espèces dites urbanophiles qui peuvent se contenter de 4 ha en ville. D'autres études viennent démontrer l'intérêt des petits espaces de nature urbaine de 1 ha ou moins (Vega et Küffer, 2021) voire même des pieds d'arbres végétalisés pour certains cortèges d'insectes et leur déplacement (Omar et al., 2018). Ces lectures plaident en faveur d'une combinaison des stratégies (Spotswood et al., 2019).

Le processus de densification peut contribuer à artificialiser ces espaces de nature urbaine (squares, jardins privés ou boisements urbains), qui sont souvent les derniers supports de biodiversité dans la ville déjà dense. En Île-de-France, une étude cherchant à tester les effets de la densification urbaine a montré qu'au-delà de 70 % de surface construite (paysages boisés dans un rayon de 1,5 km autour du site étudié), la diversité des arthropodes chute fortement, surtout pour les espèces forestières (Vergnes et al., 2014).

Dans ce contexte, il semble nécessaire de réfléchir à la fois à déterminer des proportions « minimales » d'espaces végétalisés à l'échelle de la ville ou du quartier (voir partie suivante) et dans le même temps s'intéresser à la qualité de ces espaces pour la biodiversité. À ce titre, les jardins privés ou publics, par leur répartition et leur composition, jouent un rôle majeur pour l'accueil des espèces, à condition que les pratiques de gestion soient favorables : complexité des strates, gestion douce voire non gestion (Bonthoux et al., 2019). Rappelons que les friches ou espaces de libre évolution peu entretenus se révèlent souvent plus riches que les jardins très soignés (Baude et al., 2011).



Une illustration des stratégies de *land sparing* vs *land sharing* appliquée à la conception des villes. Source : Masa Soga

## DES ÉCLAIRAGES NOUVEAUX SUR LES FORMES URBAINES ET LA BIODIVERSITÉ : LE PROGRAMME BAUM

Porté par le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA) entre 2020 et 2024, le programme BAUM – Biodiversité, Aménagement Urbain et Morphologie explore les relations entre morphologie urbaine et biodiversité à travers six projets :

- MorphobioT, mené à Toulouse, étudie les relations entre formes urbaines et diversité des oiseaux dans différents types de tissus résidentiels. Les résultats montrent que les quartiers composés d'une mosaïque de jardins, d'arbres et d'espaces végétalisés reliés entre eux offrent ainsi des conditions plus favorables à la présence d'oiseaux.
- À Dijon, REAUMUR analyse les relations entre morphologies urbaines, flore spontanée et insectes pollinisateurs. L'étude montre que ces derniers peuvent trouver des habitats dans des contextes urbains variés, mais que leur diversité est généralement plus élevée dans des tissus intermédiaires combinant surfaces bâties et espaces herbacés.
- Frugacité interroge les relations entre formes urbaines, sobriété foncière et biodiversité. Ses résultats montrent que les objectifs de densification et de limitation de l'étalement urbain peuvent être compatibles avec la préservation du vivant, à condition de maintenir des espaces

- ouverts fonctionnels et une diversité de micro-habitats dans la trame urbaine.
- À Strasbourg, ÉvolVille s'intéresse à l'adaptation des plantes aux gradients d'urbanisation. Les travaux mettent en évidence des capacités d'adaptation de certaines espèces aux contraintes urbaines (îlot de chaleur, fragmentation, gestion différenciée), tout en soulignant les limites écologiques imposées par l'artificialisation et les conditions environnementales des milieux urbains.
- À Aix-en-Provence, BioRev'Aix explore le rôle écologique du réseau viaire. Il montre que les rues peuvent constituer des supports de continuités écologiques lorsque la végétation, la gestion des sols et la présence de micro-habitats sont intégrées dans leur conception et leur gestion.
- Enfin, TRAM'BIOSOL mobilise la notion de trame brune et souligne l'importance de la qualité et de la continuité des sols vivants pour le fonctionnement écologique des milieux urbains.

Pris ensemble, ces travaux montrent que la biodiversité en ville repose moins sur la seule quantité d'espaces « verts » que sur la qualité écologique de ces derniers, leur connectivité et l'organisation spatiale des milieux.

### Vers une densité « modérée » : 30 à 45 % d'espaces végétalisés minimum à l'échelle du quartier

A partir d'une étude menée sur 18 quartiers résidentiels en Pologne, des chercheurs ont conclu qu'un minimum de 45 % de surfaces végétalisées en pleine terre est nécessaire pour garantir une qualité environnementale satisfaisante à l'échelle du quartier (Szulczewska et al., 2014). Dans une autre étude, réalisée aux États-Unis, il a été estimé qu'un seuil de 30 % de surfaces végétales ou en eau, dans un rayon de 250 m autour des habitations, permet d'améliorer la santé des habitants tout en freinant le déclin de la biodiversité (Cox et al., 2017). Sur le plan du bien-être psychologique, plusieurs travaux suggèrent qu'une ville compacte peut concilier densité et santé écologique si elle offre au moins 9 m<sup>2</sup> d'espaces verts par habitant (Russo & Cirella, 2018). Bien que ces seuils ne soient que des repères avec leurs propres limites, ils constituent une base utile pour intégrer « un minimum » la nature dans les projets urbains. Ces études ne concernent pas la végétation sur dalle ou hors sol (ex. toitures et façades végétalisées), qui peuvent jouer un rôle complémentaire important, mais ne sauraient remplacer les fonctions écologiques essentielles des sols.

En s'appuyant sur le seuil de 45 % de pleine terre (arrondi à 50 %) identifié dans l'étude polonaise, le chercheur Thomas Boutreux a mené une recherche approfondie sur le territoire de la métropole de Lyon dans le cadre de sa thèse, en mobilisant les systèmes d'information géographique (SIG) pour tenter de concilier les objectifs d'une ville compacte avec un fort taux de végétalisation et des services écosystémiques performants (Boutreux, 2024). Il a ainsi identifié des « points de bascule » en matière de végétalisation des parcelles d'habitat collectif, considérés comme essentiels pour articuler densité urbaine et biodiversité. Parmi les principaux repères proposés, l'Open Space Ratio (OSR) constitue un indicateur clé : un seuil supérieur à 0,5 – soit au moins 0,5 m<sup>2</sup> d'espace ouvert non bâti pour chaque mètre carré construit – apparaît nécessaire pour garantir un équilibre écologique satisfaisant. Ces résultats offrent des bases concrètes pour ajuster les documents d'urbanisme, notamment les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), en intégrant l'OSR de manière similaire à un coefficient de biotope. L'étude s'appuie également sur des inventaires de biodiversité réalisés sur 40 sites d'habitats collectifs, couvrant divers groupes faunistiques et floristiques (mésafaune du sol, macrofaune épigée, insectes pollinisateurs,

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



Dans le quartier d'EVA-Lanxmeer aux Pays-Bas, les espaces végétalisés représentent près de 14,4 hectares pour une parcelle de 25 ha, soit 56 %. © Amar Sjaun en Wa-Windhorst

HOZA NEIGHBOURHOOD	KAMINSKIEGO NEIGHBOURHOOD	BERNARDYNSKA NEIGHBOURHOOD
Surface totale: 7,38 ha RBVA = 16,4 %	Surface totale: 5,96 ha RBVA = 44,5 %	Surface totale: 6,82 ha RBVA = 67,4 %

■ Arbres ■ Arbustes ■ Pelouse □ Bâtiments et espaces minéralisés

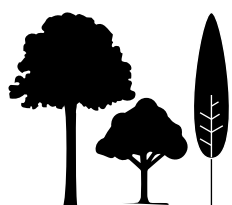
RBVA = Ratio of Biologically Vital Areas (Proportion des zones biologiquement vitales)

**Plus le couvert végétalisé d'un quartier est développé, plus il présentera de bonnes capacités d'accueil pour la biodiversité.** Source : Szulczewska et al, 2014

végétation, avifaune, chiroptères). Les résultats montrent une forte variabilité selon les caractéristiques d'aménagement, mettant en évidence le rôle déterminant de la conception des espaces libres dans la présence du vivant. Ces travaux débouchent sur des recommandations pratiques à destination des urbanistes, architectes et paysagistes, visant à intégrer la biodiversité dès la phase de conception. De manière convergente avec les études précédentes, ils confirment qu'un projet de quartier de 6 à 10 hectares devrait consacrer environ la moitié de sa surface à des espaces de nature. Ces indicateurs fournissent un cadre précieux aux aménageurs pour définir les pourcentages de pleine terre et de végétation à conserver, et incitent à redimensionner ou reconfigurer les projets en cas de densité trop élevée. Les travaux de ces chercheurs rappellent également ceux de Cecil Konijnendijk, forestier qui a introduit en 2021 la règle des 3-30-300. Selon ce principe, chaque quartier / immeuble résidentiel doit avoir au moins trois arbres visibles, 30 % de couverture arborée dans le voisinage et vivre à moins de 300 m d'un espace végétalisé d'1 hectare minimum. L'approche 3-30-300 s'appuie sur plusieurs éléments documentés dans la littérature : la visibilité d'un espace végétalisé depuis une maison/fenêtre a été associée à une meilleure santé (Larkin et Hystad, 2019 ; Sikorska et al. 2020 ; Nieuwenhuijsen et al. 2022) ; un couvert végétal de 30 % a été associé à une réduction des températures, à une diminution de la chaleur urbaine et à une réduction de la mortalité liée la chaleur urbaine, à un meilleur sommeil et à une réduction du stress (Barboza et al., 2021) et l'accès à des espaces végétalisés urbains dans un rayon de 300 m a un impact statistiquement significatif sur la santé déclarée des habitants (Wu et Kim, 2021), l'augmentation des taux d'activité physique (Neuvonen et al. 2007), l'abaissement de la tension artérielle et l'encouragement à des interactions sociales plus nombreuses (Grazuleviciene et al. 2014 ; Tillie et van der Heijden, 2016 ; Ekkel et de Vries, 2017).

## Pour toutes les densités, des solutions possibles

Il n'est pas toujours possible de maîtriser le rapport entre surface bâtie et pleine terre, notamment dans les secteurs denses où les opérations peuvent s'avérer complexes. Bien souvent, les aménageurs héritent d'une occupation du sol donnée et les marges de manœuvre sont réduites pour renforcer la place de la nature dans le projet. Pour autant, à chaque densité, il est possible de trouver des solutions. C'est ce qu'affirment des chercheurs en écologie urbaine qui, tout en rappelant les risques associés à la disparition d'espaces végétalisés urbains, proposent plusieurs interventions visant à intégrer la nature dans les zones urbaines denses (McDonald, 2023). Ces stratégies sont illustrées par des études de cas, notamment Curitiba et Singapour, qui parviennent à concilier densité urbaine et biodiversité. Ces interventions sont classées en deux catégories : celles qui intègrent la nature dans les espaces développés sans réduire l'emprise bâtie, et celles qui consistent au renoncement à construire sur des parcelles d'espaces végétalisés résiduelles ou sur des corridors riverains. Les chercheurs préconisent de connecter les espaces végétalisés entre eux et de les gérer selon une approche naturaliste. Ils insistent également sur la conservation des arbres existants. Ces études semblent indiquer qu'une densité urbaine trop forte nuit globalement à la biodiversité locale, mais des niveaux de densité modérés, associés à des espaces végétalisés diversifiés, connectés entre eux et gérés de façon écologiques, représentent un compromis efficace. Le défi, dans les zones où la densité est déjà là, réside dans la capacité à intégrer une part de nature plus importante dans les projets en renouvellement, voire à pratiquer la désartificialisation et la renaturation dans des secteurs trop minéraux ne présentant plus de bonne capacité d'accueil du vivant.



**3**

Voir au moins 3 arbres autour de chez soi.  
Rugel, E. J. (2019)



**30 %**

Se déplacer dans des quartiers ou 30 % de l'espace est couvert d'arbres.  
Astell-Burt, T., & Feng, X. (2020)



**300 m**

Vivre à moins de 300 m d'un espace vert.  
Annerstedt Van Den Bosch, M., et al., 2016

La règle des 3 – 30 – 300, proposée par Cécil Konijnendijk en 2021.



**La Maladrerie, conçue par l'architecte Renée Gailhoustet à Aubervilliers, joue sur les formes urbaines pour accueillir davantage de végétation. © Tectone**

## **JOUER SUR LES FORMES URBAINES**

La densité bâtie n'est pas suffisante pour expliquer l'hospitalité au vivant. C'est ce que confirment des travaux récents qui se sont penchés sur l'importance des formes urbaines. En analysant 11 593 parcelles dans l'agglomération lyonnaise, Thomas Boutreux a montré que la densité n'explique que 6 % de la végétalisation des parcelles, tandis que la morphologie et l'aménagement paysager en expliquent 94 %. Le programme de recherche BAUM (Biodiversité, Aménagement Urbain et Morphologie) du PUCA a montré qu'une même densité peut renvoyer à différentes morphologies et formes urbaines (grands ensembles, maisons individuelles, formes intermédiaires) dont l'influence peut s'avérer positive ou négative en fonction des espèces ciblées (oiseaux, mammifères, insectes) (Flégeau, 2021). Ce programme rappelle l'importance d'un diagnostic écologique approfondi en amont d'un projet, qui va permettre de réfléchir aux formes urbaines les plus adaptées aux espèces susceptibles de s'installer dans la zone, en favorisant les connectivités écologiques avec les parcelles attenantes. Selon Morgane Flégeau, « réfléchir à l'échelle du quartier semble plus pertinent pour le vivant que l'échelle du bâti qui fait fi des continuités écologiques avec les parcelles adjacentes ». Cela implique, dans la collaboration entre l'écologue et l'aménageur, de réfléchir ensemble et assez tôt aux configurations spatiales en tenant compte des continuités écologiques

locales. Jouer sur les formes architecturales peut également être une opportunité. En Île-de-France, les constructions emblématiques signées Renaudie et Gailhoustet sont des exemples d'architectures en gradin, à la manière d'une colline urbaine, avec de nombreuses terrasses végétalisées et des espaces de pleine terre au sol. À Aubervilliers, la Maladrerie est un exemple d'habitat populaire qui concilie la densité de logements (900 logements) et végétation. L'orientation et la disposition des bâtiments laissent de la place à la végétation en pleine terre et les terrasses plantées permettent de cultiver des légumes et des fleurs. À Ivry-sur-Seine, les Étoiles Renaudie forment également un ensemble architectural propice à la végétalisation, chaque opération prenant la forme d'une architecture pyramidale recouverte de végétation.

## **(FAIRE) APPLIQUER DES COEFFICIENTS DE PLEINE TERRE OU ÉCO-AMÉNAGEABLES**

Pour favoriser le maintien de la pleine terre et la végétalisation dans les centres-villes denses, plusieurs villes ont développé des indices spécifiques. La ville de Berlin a été pionnière avec la mise en place du *Coefficient de biotope par surface* (CBS) dans les années 1990. Des outils similaires existent dans d'autres villes comme le *Green Factor* (GF) à Malmö en Suède et le *Seattle Green Factor* (SGF) à Seattle

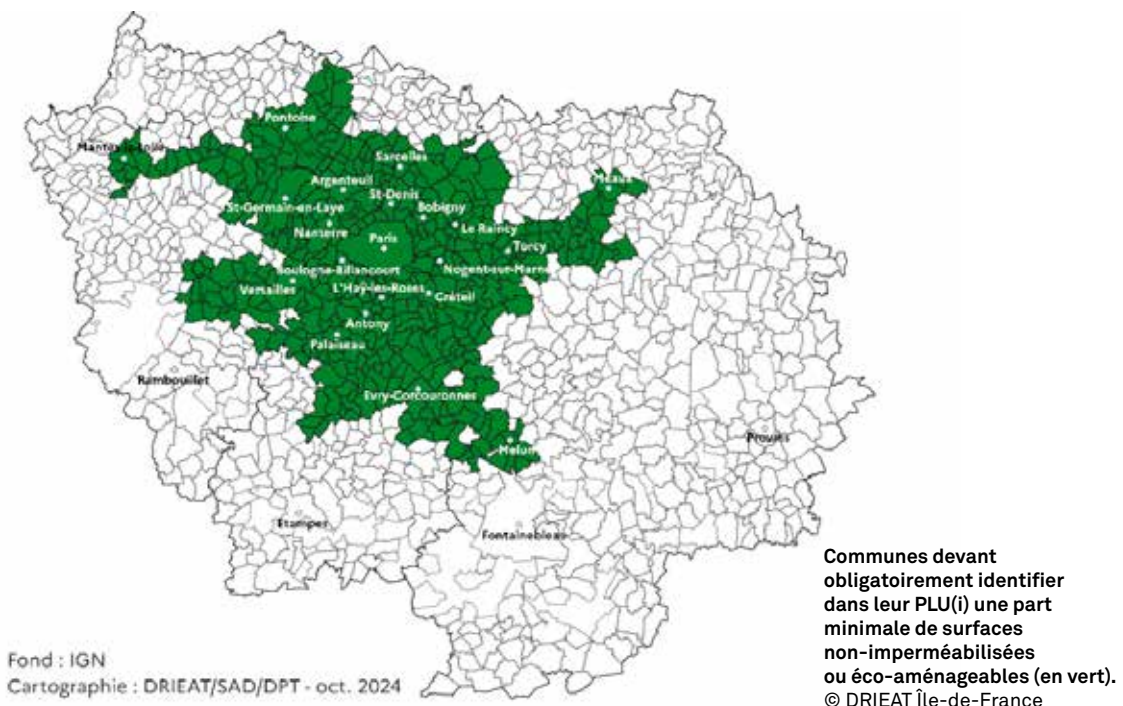
aux États-Unis. Ces outils incitent les maîtres d'ouvrage, notamment privés, à réserver une part de végétation en pleine terre dans leurs projets, ou à reporter l'absence de pleine terre sur le bâti ou les dalles, même si les règles varient d'un territoire à l'autre. En pratique, la plupart expriment un rapport entre la surface végétalisée (ou occupée par de l'eau libre) et la surface totale du site. Ces indices restent toutefois essentiellement quantitatifs et ne garantissent pas à eux seuls une biodiversité accrue. Malmö a été pionnière dans ce domaine, en associant au Green Factor un second dispositif : le *Green Points System*. Celui-ci repose sur une liste de 35 critères que chaque projet doit intégrer pour favoriser la faune et la flore. Des points sont attribués, par exemple, pour l'aménagement de jardins partagés, la création d'habitats spécifiques pour la faune ou l'installation de toitures végétalisées. Ce type de double approche – quantité et qualité – permet d'aller au-delà de la simple couverture végétale et de viser une réelle valeur écologique.

En France, de nombreuses communes intègrent désormais ce type de dispositifs dans leurs Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), notamment pour limiter l'artificialisation dans les zones périurbaines. Toutefois, tous ces outils ne se valent pas en matière de protection de la pleine terre (Neaud et al., 2024). En effet, le Coefficient de Biotope par Surface se distingue par sa souplesse, car il valorise les solutions « hors sol », très utiles en contexte urbain dense. Le coefficient de pleine terre, plus strict, joue quant à lui un rôle de garde-fou : il garantit une part minimale

de sol non artificialisé et directement en lien avec le sous-sol. Comme l'indique la DRIEAT Île-de-France, accorder une pondération élevée aux surfaces « hors sol » risque surtout de légitimer l'artificialisation. D'où l'importance d'instaurer un coefficient minimal de pleine terre dans le règlement des PLU(i), d'autant que le niveau d'ambition fixé dépend souvent de choix arbitraires des planificateurs, ce qui renforce l'importance pour les aménageurs de comparer clairement l'état du sol avant et après projet. En combinant coefficient de pleine terre et CBS, on assure une vraie efficacité : infiltration des eaux, lutte contre les îlots de chaleur, résilience urbaine et bénéfiques pour les habitants, des atouts qu'aucune surface artificielle ne remplace pleinement.

En Île-de-France, selon la DRIEAT, près de 40 % des communes (soit 528) sont concernées par l'obligation d'insérer dans leur PLU(i) une règle imposant une part minimale de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables (coefficients de pleine terre ou de biotope), en application de l'article L.151-22 du Code de l'urbanisme.

Ainsi, préserver la pleine terre doit constituer l'ambition première à l'échelle de la planification comme des projets. C'est seulement dans le cas où son entière préservation est compromise par d'autres enjeux que l'on envisagera, secondairement, de définir des objectifs en équivalent-pleine terre pour réduire et compenser les impacts de sa raréfaction. En Île-de-France, le SDRIF-E, approuvé en juin 2025 et avec lequel les autres documents d'urbanisme





**Les espaces de pleine terre sont précieux en ville.** © Gabrielle Huart

franciliens (SCoT, et en l'absence de SCoT, PLU et cartes communales) doivent être compatibles, aborde la question du maintien et de la reconquête des espaces de pleine terre. Il définit ces derniers comme « des espaces libres de constructions, y compris en sous-sol (à l'exception des ouvrages d'infrastructure enterrés nécessaires au fonctionnement urbain : métro ou RER, autres réseaux et canalisations), permettant la libre et entière infiltration des eaux pluviales et le développement d'un couvert végétal, préservés des pressions (tassement, pollution, imperméabilisation...) susceptibles de réduire leur capacité à rendre des services. Ils participent à la lutte contre l'effet d'îlot de chaleur urbain et contre les risques d'inondation par ruissellement, contribuent au maintien des continuités écologiques et à la constitution d'une trame brune. » (cf. orientations réglementaires du SDRIF-E 28 et 29). La fonctionnalité des sols est donc prise en compte par le SDRIF-E pour définir la pleine terre. Ce dernier impose aux documents d'urbanisme d'augmenter la proportion de pleine terre là où elle est inférieure

à 30 % dans les espaces urbanisés, hors voiries, et de préserver et restaurer la pleine terre de manière générale. Au sein de la Métropole du Grand Paris (MGP), le SCoT – dont l'approbation a précédé celle du SDRIF-E – dispose que la proportion de pleine terre existante doit être maintenue à l'échelle de chaque PLUi, et renforcée pour tendre vers un taux d'au moins 30 % dans les secteurs urbains, hors voirie, ce qui nécessite, pour atteindre ces objectifs, de réaliser au préalable un diagnostic de pleine terre à l'échelle de chaque EPT.

Depuis la loi Climat et résilience 2021, les communes situées en zone tendue (zones d'urbanisation continue de plus de 50 000 habitants où il existe un déséquilibre marqué entre l'offre et la demande de logements) et celles de plus de 15 000 habitants en forte croissance démographique, ont l'obligation de définir une part minimale de surface non-imperméabilisées ou éco-aménageables au sein de secteurs délimités par le règlement de leur PLU(i) (art. L. 151-22 du Code de l'urbanisme). Cette obligation concerne, en Île-de-France, 528 communes (DRIEAT, 2025).

## SE FORMER À LA BIODIVERSITÉ

Plusieurs structures proposent des formations centrées sur la prise en compte du vivant dans les projets d'aménagement. Si elles ne remplacent pas l'apport des écologues dans l'équipe projet, elles sont fortement recommandées pour les autres corps de métier. Ci-dessous quelques formations disponibles en 2025 :

### **Aménager, bâtir et réover en favorisant la biodiversité**

Proposée par l'Institut Paris Region sur une journée et demie, avec une visite de terrain, cette formation aborde les concepts scientifiques et les solutions concrètes pour intégrer la biodiversité dans les projets de construction et de rénovation. <https://www.institutparisregion.fr/notre-offre-de-formations/les-essentiels/amenager-batir-et-reover-en-favorisant-la-biodiversite/>

### **Le ZAN en Île-de-France : pourquoi et comment ?**

Proposée par l'Institut Paris Region, cette formation fait le point sur la mise en œuvre du ZAN et de la sobriété foncière en Île-de-France. <https://www.institutparisregion.fr/notre-offre-de-formations/les-essentiels/le-zan-en-ile-de-france-pourquoi-et-comment/>

### **Nature en Ville : (Ré)intégrer la biodiversité dans vos projets d'aménagement**

Organisée par la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO), cette formation s'adresse aux professionnels publics ou privés ayant un rôle d'encadrement et intervenant durant les différentes phases de la vie d'un projet d'aménagement. Elle vise à réintégrer la biodiversité dans les projets urbains. <https://www.lpo.fr/la-lpo-en-actions/education-a-l-environnement/ressources-pedagogiques/outils-pedagogiques/formations-lpo-france/nature-en-ville-re-integrer-la-biodiversite-dans-vos-projets-d-amenagement#>

### **Master URBABIO « Urbanisme et Biodiversité »**

Proposée par l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Paris-Val de Seine (ENSAPVS) en partenariat avec le Muséum national d'Histoire naturelle, cette formation s'adresse aux concepteurs tels que les architectes, urbanistes et paysagistes. Elle se concentre sur l'urbanisme écologique, avec une attention particulière à la biodiversité fonctionnelle. Le programme s'étend sur une année universitaire, avec des cours et ateliers mensuels à Paris. <https://www.paris-valdeseine.archi.fr/formations/cursus/masters-co-acredites-et-associes/formation-urbabio-urbanisme-et-biodiversite.html>

### **Évaluer les incidences des projets sur la biodiversité**

Proposée par le MMNHN et l'OFB, cette formation a pour objectif d'améliorer l'évaluation des incidences sur la biodiversité dans le cadre des études d'impact. <https://formation.mnhn.fr/fr/formations/evaluer-incidences-projets-biodiversite-2888>

### **Chaire Génie Civil Écologique**

Depuis son lancement en juin 2023, la Chaire Génie Civil Écologique, fruit d'un partenariat entre l'ESTP, AgroParisTech, et des acteurs majeurs comme VINCI Construction, Eiffage, et l'UPGE, s'impose comme un acteur clé dans l'intégration des enjeux écologiques au sein des projets de génie civil et d'aménagement. <https://www.estp.fr/la-chaire-genie-civil-ecologique-une-avancee-pour-lintegration-des-enjeux-ecologiques-dans-la>





**Composer avec l'existant : une démarche qui implique un diagnostic écologique préalable. © Ophélie Ricci**

## 2 • CONCEVOIR LE SOCLE ÉCOLOGIQUE : DIAGNOSTIC ET PRÉSERVATION DE L'EXISTANT

### RÉALISER UN DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE COMPLET

Pour tout projet, quelles que soit sa taille ou sa localisation (même en zone dense et minérale), une phase de diagnostic écologique est indispensable. Elle est réalisée par un bureau d'études, une association ou des naturalistes en groupement ou indépendants. Son but est de faire un état des lieux de la biodiversité existante sur la parcelle (mais aussi des sols, de l'hydrologie, du paysage et du contexte) afin de dresser des préconisations pour aiguiller le groupement dans ses prises de décisions. Le diagnostic écologique peut s'inscrire dans un cadre réglementaire (étude d'impact) ou volontaire. En effet, tous les projets n'étant pas soumis à évaluation environnementale, il est donc recommandé de réaliser un diagnostic écologique dans tous les cas. Il s'étale sur 1 ou 2 ans (voire moins selon l'emplacement) et contient généralement les étapes détaillées ci-après :



Le naturaliste effectue des prospections sur le site avant son aménagement. © Ophélie Ricci ►

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

Étape	Objectifs	Périmètre	Temporalité	Erreurs à éviter
1. Collecter la connaissance existante (sur tous les volets ci-dessous)	Recueillir les documents réglementaires, les études préexistantes, consulter les bases de données locales (données naturalistes, SIG, sols et sous-sols, historique des usages, risques, réseaux, etc.).	Territoire du projet et documents stratégiques à l'échelon supérieur (Atlas, plans, etc.).	En amont du projet ; phase initiale de recueil d'informations.	Négliger les outils existants comme les Atlas de la Biodiversité Communale  Ne pas prendre contact avec des associations locales.
2. Réaliser des inventaires faune/flore/habitats	Effectuer des inventaires couvrant les principaux taxons, leurs habitats et fonctions écologiques.	Zone du projet, aire rapprochée (périmètre élargi à quelques centaines de mètres) et aire étendue (zone tampon à définir en fonction du paysage local).	Entre février et octobre <i>a minima</i> et sur 4 saisons dans l'idéal, voire 2 ans pour couvrir l'ensemble des espèces.	Se limiter aux espèces protégées et ignorer les espèces communes ainsi que celles indicatrices de fonctionnalités écologiques.
3. Prendre en compte les trames vertes et bleues dans le projet et au-delà	Identifier les continuités écologiques aux échelons supérieurs (SDRIF-E, SRCE, SCoT, PLU) et les décliner dans le projet à l'aide d'une modélisation ou des données d'inventaires.	Zone du projet, aire rapprochée (périmètre élargi à quelques centaines de mètres) et aire étendue (zone tampon à définir en fonction du paysage local).	Réflexion et études parallèles aux inventaires.	Dessiner des trames paysagères arbitraires sans considération des déplacements biologiques.  Se restreindre aux limites administratives.
4. Diagnostiquer les sols et la future trame brune	Analyser la qualité des sols et orienter le projet en fonction du potentiel des sols (éviter les usages sur sols pollués, préserver la capacité d'infiltration de l'eau).	Sols de la parcelle et de ses abords immédiats.	Réalisé en début de projet pour orienter la conception, puis vérifié et actualisé en cas de besoin.	Considérer les sols comme un simple « support » ou mal orienter l'affectation des sols de qualité et dégradés.
5. Diagnostiquer la pollution lumineuse et préparer la trame noire	Évaluer l'incidence de la lumière et optimiser le projet afin de préserver des zones d'obscurité	Zone du projet et périmètre élargi autour du projet (300 à 500 mètres).	Réflexion et études parallèles aux inventaires.	Ignorer la réglementation.
6. Analyser l'environnement local et ses spécificités	Recueillir des paramètres climatiques (vent, ensoleillement, pluviométrie, etc.), historiques (usages, paysage ancien) pour optimiser l'orientation et l'intégration du projet.	Environnement local immédiat et contexte historique du site.	Réflexion et études parallèles aux inventaires.	Sous-estimer ces paramètres pourrait déconnecter le projet de son contexte ou affecter l'intégration paysagère.
7. Prendre en compte la dimension humaine et le rapport humains/non-humains	Impliquer les riverains, le voisinage et futurs occupants (si connus) pour identifier les besoins en lien avec l'usage des espaces de nature (jardinage, observation, sport, etc.)	Zone locale autour du projet et population concernée si elle est connue.	Débuté dès la phase de conception et se poursuit tout au long du projet (concertations régulières).	Ne pas consulter suffisamment les acteurs locaux ou négliger leurs retours, pouvant conduire à des aménagements inadaptés aux besoins réels des habitants.
8. Rédiger un rapport de synthèse avec des préconisations	Analyser les données recueillies, produire des synthèses pour chaque étape et rédiger des préconisations en vue d'orienter la maîtrise d'œuvre et d'ouvrage.	Synthèse reliant toutes les phases du projet (conception, chantier, exploitation).	Finalisation en fin de phase de diagnostic, avec mises à jour possibles selon l'avancement du projet.	Se contenter de faire des inventaires sans les « traduire » dans le projet.

**Huit étapes recommandées pour la mise en œuvre d'un diagnostic écologique avant tout projet d'aménagement/de construction**

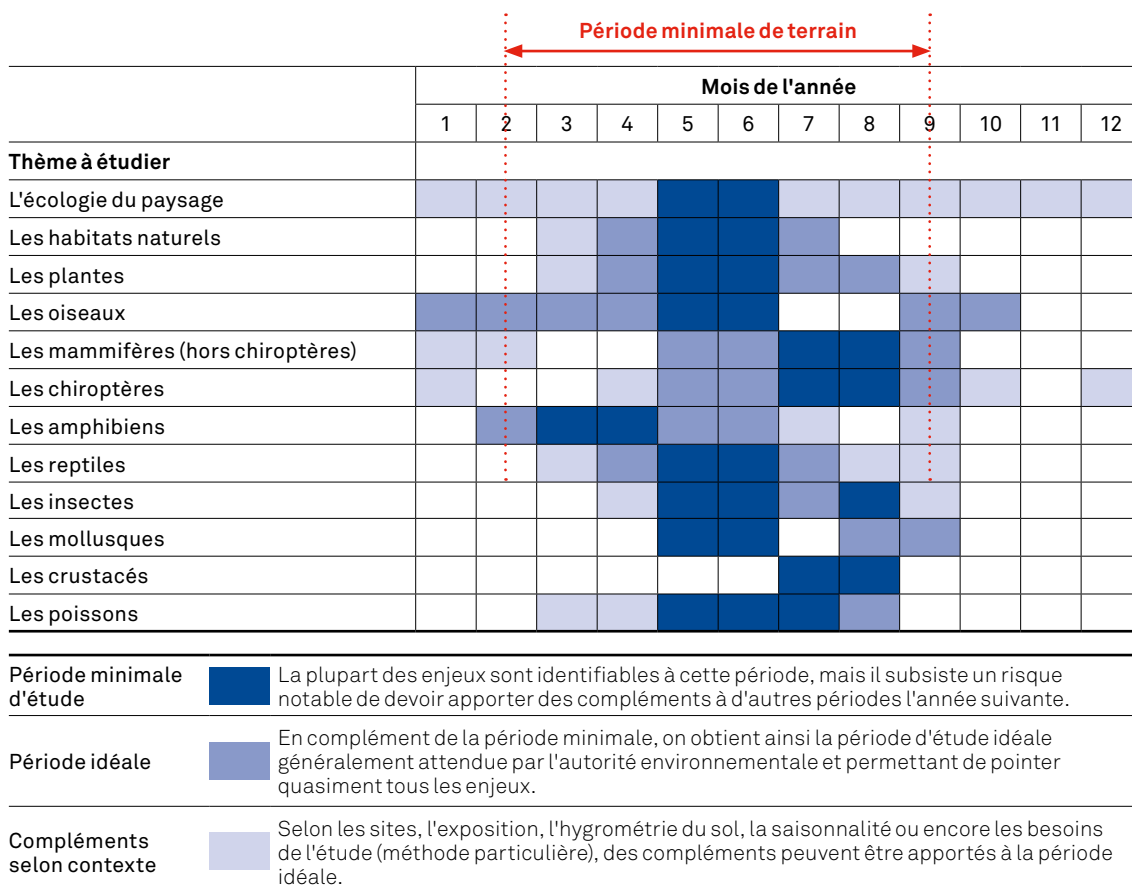
## Collecter la connaissance existante

La première étape consiste à collecter l'ensemble des documents, des études ou des données pré-existantes sur son territoire et ce pour tous les volets du diagnostic écologique. Cela inclut la récupération des documents réglementaires et stratégiques (SDRIF-E, SCoT, PLU(i), OAP, chartes locales, cahiers de prescriptions, plans de paysage, documents de gestion des PNR, etc.). Elle comprend aussi la collecte des données naturalistes (Géonat IdF, INPN, Faune-France, associations, données internes de la collectivité) afin d'identifier les lacunes et les besoins en inventaires complémentaires. En Île-de-France, l'ARB est une porte d'entrée pour obtenir des données, notamment via l'outil Géonature : <https://geonature.arb-idf.fr/>. La collecte porte aussi sur les données paysagères, de trames (SRCE et déclinaisons locales, cartographie de la lumière, autres points noirs, etc.) et d'espaces verts (cartographie des espaces verts publics/privés, friches, arbres remarquables, micro-habitats, continuités existantes), sur les informations relatives aux sols et au sous-sol (cartes pédologiques, BASOL/

BASIAS, historique des usages, réseaux enterrés, zones potentiellement contaminées), ainsi que sur l'hydrologie urbaine (nappes, points bas, ruissellement, inondations) et les risques (PPRI, PPRT, bruit, pollution de l'air et des sols).

## Réaliser des inventaires faune/flore/habitats

En fonction des données recueillies précédemment, des inventaires complémentaires sont souvent nécessaires. Ceux-ci doivent porter sur les principaux groupes d'espèces communes (mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, insectes, flore vasculaire), au-delà des seules espèces protégées pour lesquelles la réglementation s'applique. L'objectif est de garantir l'absence de perte nette de biodiversité. Les prospections couvrent généralement toutes les saisons actives, de février à octobre (voir schéma ci-après), et doivent être aussi exhaustives que possible. L'analyse faune/flore doit préciser non seulement les espèces présentes, mais aussi celles susceptibles d'être observées, en s'appuyant sur les inventaires bibliographiques existants. Il est impor-



Ces périodes indicatives sont à adapter en fonction de la région, des expositions, des milieux et des espèces recherchées.

**Calendrier des inventaires faune flore pour les diagnostics écologiques urbains.** Adapté du Guide de la prise en compte de la Faune et de la Flore dans les projets d'aménagement de la Seine-Saint-Denis.

tant que les inventaires suivent des protocoles standardisés qui permettront d'évaluer l'impact du projet dans le temps et de le comparer à d'autres projets. Pour les parcelles comportant des bâtiments, tous les espaces extérieurs (jardins, terrasses, toitures, etc.) sont visités. Les façades sont inspectées pour évaluer leur potentiel d'accueil pour l'avifaune et les chiroptères. Une liste complète des espèces recensées est rédigée, indiquant pour chacune leur statut de protection et de menace (listes de protection nationale et régionale, listes rouges régionales) lorsqu'ils sont disponibles. Le versement des données acquises lors de la réalisation d'études d'impacts à l'inventaire national du patrimoine naturel (INPN) est désormais obligatoire pour les maîtres d'ouvrage publics ou privés. Au-delà des espèces, les habitats sont décrits et cartographiés : milieux remarquables, formations végétales et niches écologiques. À cette étape, il est recommandé de cartographier les éléments naturels existants, notamment les arbres et les zones humides et de les classer selon leur intérêt écologique. De nombreux guides détaillent les méthodes préconisées pour ces inventaires. Ils sont indiqués dans la partie 6.

Le périmètre d'analyse ne se limite pas aux contours stricts du projet. Il doit être élargi (en général entre 300 et 500 mètres autour de la parcelle) pour tenir

compte de l'insertion du site dans son environnement et des continuités écologiques potentielles. Cette approche permet également de considérer les effets cumulés d'autres projets à proximité et d'analyser l'impact de l'opération sur la carence en espace végétalisé à une échelle supérieure.

Cette étape présente encore souvent des lacunes : inventaires réalisés hors période optimale, protocoles non standardisés, délais trop contraints, effort de prospection insuffisant, négligence de certains groupes (certains insectes), ou périmètres trop réduits (Vanpeene-Bruhier, 2013). Les cahiers des charges doivent donc être précis et pertinents, s'appuyant sur les points mentionnés dans cette partie.

### **Prendre en compte les trames vertes et bleues dans le projet et au-delà**

En parallèle des inventaires, il est nécessaire de situer son projet par rapport aux continuités écologiques définies aux échelles supérieures (PLU/i, SCoT, SRCE, SDRIF-E). À l'échelle régionale, les continuités définies dans le SRCE et le SDRIF-E sont opposables aux documents d'urbanisme locaux. Elles doivent néanmoins être affinées à l'échelle plus locale pour pouvoir être prises en considération à l'échelle d'un projet. Certaines collectivités ont décliné la TVB dans les pièces du Plan Local d'Urba-



**En 2013 à Strasbourg, une erreur de diagnostic a conduit à l'abattage d'un platane abritant une colonie de chauves-souris. Depuis, la métropole impose un cahier des charges pour la prise en compte des chiroptères dans tous les projets d'aménagement. © Suzel HURSTEL, LPO Alsace & GEPMA**



Échelle régionale

Échelle intercommunale

Échelle de la parcelle

**La trame verte et bleue se décline à toutes les échelles, jusqu'au projet d'aménagement.**

nisme (PADD, règlement, OAP, etc.) et proposent des recommandations aux aménageurs. Définir des OAP portant sur les continuités écologiques est devenu obligatoire depuis la loi Climat et résilience de 2021. Elles sont donc appelées à se généraliser.

En Île-de-France, l'agglomération de Plaine commune fait partie des territoires ayant décliné leur trame verte et bleue localement, au sein d'une OAP thématique « Environnement et santé ». Dans le cadre de la révision du PLUi, un travail préalable a permis l'identification de noyaux de biodiversité de petite taille dans les contextes les plus denses pour protéger la nature là où il en manque le plus. Des exigences de pleine terre ont été inscrites dans le règlement, avec comme objectif que tous les terrains atteignent au moins 30 % de pleine terre (en accord avec les exigences du SDRIF-E), mais aussi que ceux qui en possèdent entre 30 % et 50 % conservent a minima le ratio constaté avant le projet.

À l'échelle du projet, il ne s'agit pas de « dessiner » des trames paysagères plus ou moins arbitraires au sein du plan masse mais d'anticiper au mieux le déplacement d'espèces cibles préalablement identifiées lors des inventaires. Pour ce faire, des outils de modélisation des réseaux écologiques, comme GRAPHAB ou BIODISPERSAL, peuvent être utilisés pour simuler le déplacement d'espèces au sein d'un projet (voir exemple ci-dessous). Ce type de modélisation apporte des informations précieuses à l'échelle de la parcelle, en particulier pour délimiter les zones de connectivité écologiques qu'il faudra renoncer à aménager (par exemple sur un réservoir ou corridor). En ce qui concerne la trame bleue, la même logique s'applique, en ciblant alors les milieux humides et les espèces qui en dépendent (flore, amphibiens, insectes). Dans le cadre de modélisations, la trame verte et la trame bleue peuvent être traitées en même temps. Cette étape permet d'une part de vérifier que le projet n'affecte pas grandement la connectivité écologique globale du secteur, sans quoi il s'avère nécessaire de revoir la copie.

### Exemple : La trame verte et bleue déclinée au sein d'un projet d'aménagement à Besançon

Dans le cadre du réaménagement des quartiers de Polygone/Grette/Brulard dans la ville de Besançon, un travail de modélisation des réseaux écologiques à partir de groupes d'espèces d'oiseaux inventoriés sur le site a permis de faire évoluer le projet (Samper, 2022). La modélisation a confirmé l'importance des habitats naturels qui entourent le quartier (milieux forestiers, friches et milieux semi ouverts). Elle permet également de mettre en valeur les zones d'intérêt écologique à préserver mais aussi des secteurs à renaturer. L'analyse fait également ressortir le rôle d'une friche pour la connectivité, car elle fait le lien entre les zones à l'ouest (zones de vergers et de jardins privés) et les zones au sud et à l'est. Dans le cadre de projets soumis à la séquence ERC, ce type d'étude permettrait de renforcer la phase d'évitement en signalant clairement aux maîtres d'ouvrage quels sont les habitats à fort intérêt écologique et contribuant aux continuités écologiques.

En complément, le volet hydrologique devra être étudié. Il vise à comprendre et cartographier le fonctionnement de l'eau sur et sous la parcelle afin



**Continuité écologique identifiée au sein d'un quartier en phase de diagnostic écologique.**

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

de préserver les milieux humides, maximiser l'infiltration et éviter, s'il y a lieu, l'aggravation du risque d'inondation. Il comprend la collecte et l'analyse des réseaux d'eaux pluviales existants, la cartographie des points bas et du ruissellement urbain, ainsi que l'examen des données de nappes et de l'historique des inondations. Sur le terrain, il nécessite un levé topographique fin, des essais de perméabilité/infiltration et, si besoin, l'installation de piézomètres temporaires pour caractériser la nappe. L'analyse

intègre la recherche d'indices de zones humides cryptiques (végétation hygrophile, sols hydromorphes) et la prise en compte du socle géomorphologique (relief, réseau hydrographique naturel, sols). Les résultats alimentent des notes de calculs et des modélisations pluie ruissellement pour dimensionner des solutions végétalisées comme les noues, les mares ou les bassins végétalisés et définir les modalités de rejet ou d'infiltration.



Le diagnostic pédologique est essentiel pour connaître la qualité des sols avant l'aménagement - Réalisation des fosses et description des profils de sol aux Mureaux dans le cadre du projet de recherche Destisol. © ADEME, Marc Barra

## Diagnostiquer les sols et la future trame brune

Face à l'altération des sols, une étude agro-pédologique est devenue indispensable en amont de tout aménagement. Elle peut être effectuée par un bureau d'étude spécialisé ou un laboratoire indépendant. Cette étape vise à caractériser la qualité, la fonctionnalité et la continuité des sols afin d'orienter l'implantation du projet et de préserver les fonctionnalités du sol. Elle commence par un relevé documentaire (études pédologiques, cartes pédologiques, documents d'urbanisme) puis par un inventaire pédologique de terrain comprenant carottages, profils et une campagne d'analyses physico chimiques et biologiques (indices type DES-TISOL). Des essais de perméabilité et d'infiltration complètent le diagnostic pour évaluer la capacité d'accueil des sols et dimensionner les solutions de gestion des eaux. Les résultats sont synthétisés en une cartographie de la qualité des sols. Le programme IndiQuaSols, porté par l'INRAE, propose un référentiel d'une cinquantaine d'indicateurs pertinents pour suivre la qualité/santé des sols (Cousin et al., 2024). Sur cette base, le bureau d'études propose des préconisations d'agencement du projet : préserver les horizons fertiles, éviter les décapages inutiles, limiter les remblaiements, maintenir ou recréer des corridors de sol favorables à la biodiversité du sol. Le diagnostic inclut des prescriptions de gestion des déblais et de réemploi in situ lorsque possible, ainsi que des mesures de restauration (apports organiques, décompactage, phytoremédiation) pour améliorer la fonctionnalité des sols si nécessaire. Très concrètement, ce diagnostic peut permettre d'orienter le projet en réservant les sols de bonne qualité aux espaces végétalisés, aux jardins, à l'agriculture) et les sols dégradés ou pollués aux bâtiments et infrastructures. Enfin, cette étape permet d'anticiper la possibilité de connecter les sols des différents secteurs afin de constituer une trame brune.

## Diagnostiquer la pollution lumineuse et préparer la trame noire

La trame noire complète les trames verte, bleue et brune avec comme objectif de maintenir des zones pas ou peu éclairées afin de préserver les espèces nocturnes ou crépusculaires (oiseaux, insectes, chauves-souris et autres mammifères terrestres) (Sordello et al., 2021). Outre les effets sur le sommeil et la santé humaine, l'éclairage artificiel perturbe la croissance, les déplacements, la prédation et la pollinisation. Cette étape du diagnostic écologique doit prévoir une revue documentaire (documents d'urbanisme, chartes lumière, plans de gestion) et un inventaire

exhaustif des sources lumineuses publiques et privées (géolocalisation, type de luminaire, orientation, hauteur, flux, spectre, horaires). Elle inclut des campagnes de mesures *in situ* et la production d'une cartographie de l'éclairage (intensité, propagation, flux diffus) et une analyse temporelle des cycles d'éclairage pour identifier les plages critiques pour la faune. L'évaluation spatiale repère corridors nocturnes, points noirs et enjeux écologiques locaux, puis propose des prescriptions d'aménagement (zones tampons, extinction partielle, type de luminaires, phasage et suivi). Ces préconisations doivent être compatibles avec la réglementation nationale (LTECV 2015, Code de l'Environnement, décret 2019) et les zonages locaux (PLU) et être mises en œuvre après concertation avec gestionnaires et riverains, accompagnées d'un protocole de suivi avant/après pour mesurer l'efficacité des mesures.

## Analyser l'environnement local et ses spécificités

L'analyse de l'environnement local et de ses spécificités est indispensable pour inscrire un projet dans son contexte climatique, paysager et culturel. Cette étape rassemble la collecte de données météorologiques (force et direction des vents, pluviométrie, ensoleillement, températures et vagues de chaleur), la topographie ou encore l'exposition. Ces éléments permettent de définir l'orientation et la morphologie optimales du bâti (ventilation naturelle, apports solaires passifs, protection contre les vents dominants) ou d'optimiser les choix de végétalisation (espèces adaptées au microclimat, besoins en eau, rôle de brise vent ou d'ombrage). Cette étape peut également être l'occasion de faire l'inventaire des ressources disponibles à proximité et des savoir faire traditionnels afin de sélectionner des matériaux locaux et recourir à des techniques vernaculaires. Elle peut enfin couvrir les usages et pratiques locales, l'histoire et l'identité architecturale du lieu, les disponibilités logistiques (accès, réseaux, filières de réemploi) et les contraintes socio économiques, afin que les prescriptions soient réalistes et acceptées. Ces données alimenteront les choix de conception, les prescriptions de plantation, les recommandations de matériaux et les scénarios d'adaptation climatique du projet.

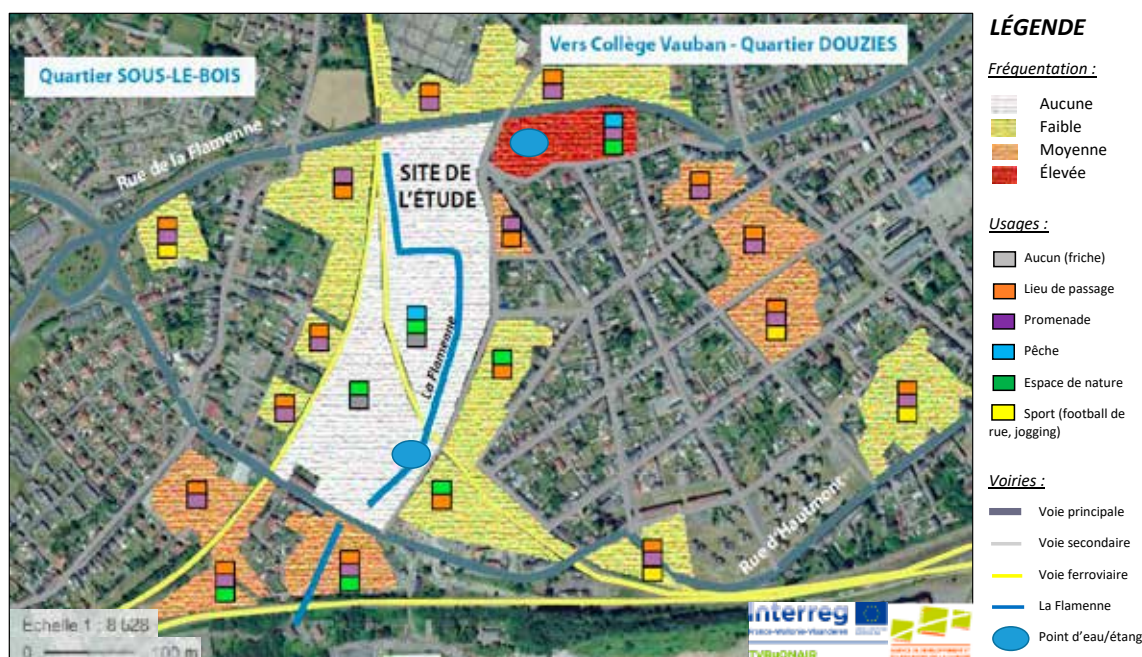
## Prendre en compte la dimension humaine et le rapport humains/non-humains

Parce que les rapports entre humains et non humains peuvent être complexes, il est légitime d'impliquer les riverains ou futurs utilisateurs à l'élaboration des projets qui les concernent. Cette étape pourra

permettre de faire émerger les besoins réels en nature, d'identifier les espaces à préserver et d'anticiper les modes de gestion (fauche tardive, gestion différenciée, libre évolution) futurs. Plusieurs outils peuvent être mis en place pour favoriser la participation des habitants, comme les enquêtes sociologiques (questionnaire quantitatif complété par entretiens qualitatifs), les ateliers de co conception, les arpentages et balades exploratoires, mais aussi les cartographies des usages. La méthode des sociotopes (Ståhle, 2013) a été conçue au début des années 2000 à Stockholm par des urbanistes et paysagistes pour comprendre comment les « espaces ouverts » sont utilisés et vécus par les habitants et renforcer leur participation aux décisions qui concernent leur environnement quotidien. Elle prévoit notamment de cartographier chaque espace selon ses fonctions sociales (jeux, calme, rencontre, nature, sport). Appliquée à l'échelle d'un quartier, elle permet de définir des compromis pour concilier usages récréatifs et conservation de la nature (choix de l'implantation des espaces végétalisés, des jardins partagés, des cheminements ou encore des modalités d'entretien) (Dèbre, C., & Gourlay, F., 2014). L'animation conjointe par un écologue et un sociologue garantit que les enjeux écologiques sont expliqués et que les propositions techniques restent acceptables, tandis que des tests pilotes et un protocole de suivi facilitent l'appropriation et la pérennité des mesures.

## Rédiger un rapport de synthèse avec des préconisations

L'étape finale du diagnostic écologique est la remise d'un rapport présentant les enjeux cartographiés, hiérarchisés et accompagnés de préconisations adressées à la maîtrise d'œuvre et d'ouvrage. Il servira de fil rouge pour atteindre l'absence de perte nette de biodiversité. Les préconisations concernent différentes étapes du projet. Certaines s'appliquent à la phase conception des espaces bâtis (orientation, densité, hauteur, formes) et des espaces ouverts (choix des essences plantées, intégration de nichoirs dans le bâti, système d'arrosage des espaces végétalisés), d'autres à la phase chantier (protection de la végétation existante, lutte contre les espèces invasives), ou encore à la phase exploitation, après livraison du projet (gestion différenciée des espaces végétalisés et suivi écologique). Parce qu'il n'existe pas de réponse universelle sur la façon d'aménager et de construire en faveur de la biodiversité, le diagnostic écologique est là pour éclairer les opérateurs au cas par cas et éviter les fausses bonnes idées. En conclusion, le diagnostic écologique, bien que non obligatoire, est indispensable pour tout projet qui veut respecter la réglementation et aller au-delà. Il permet d'éviter l'irréparable, de nourrir la réflexion avec des données complètes et de renforcer la culture naturaliste des équipes. Son coût reste modéré par rapport aux autres postes du projet et peut prévenir des blocages juridiques ou faciliter l'obtention de financements (projets éligibles aux aides de la région, de l'agence de l'eau).



Utilisation de la méthodologie des sociotopes dans le cadre du projet de renaturation du site de la Flamenne à Maubeuge dans le cadre du projet Interreg TVBuONAIR. © ADUS

## CONSERVER LES ARBRES EXISTANTS DANS LE PROJET

La place de l'arbre en ville a pris une importance croissante ces dernières années, à mesure que son rôle dans l'adaptation aux changements climatiques et dans la préservation de la biodiversité est mieux reconnu. De nombreuses collectivités déclinent des dispositifs (chartes de l'arbre, plans canopée, prescriptions dans les PLU) pour mieux les protéger. En Seine-Saint-Denis, par exemple, la *Charte d'engagement pour les arbres*, intégrée au Plan Canopée, fixe des principes et bonnes pratiques à intégrer dans les projets d'aménagement (préservation des sujets, périmètres de protection, gestion des déblais, phasage des travaux, plantation en conditions optimales) pour limiter les impacts sur les arbres existants. La charte s'accompagne d'un barème d'aménité pour chaque arbre, allant de 5 000 à 100 000 €. Ce dispositif vise à limiter les dommages lors des chantiers. Dans les opérations d'aménagement, l'une des erreurs les plus dommageable, pourtant fréquente, consiste à « faire table rase », en supprimant toute la végétation existante, y compris les arbres, pour la remplacer par des espaces « verts » artificiellement recréés. En milieu urbain, l'espérance de vie d'un arbre est relativement courte, souvent comprise entre 40 et 60 ans (Peyrat 2014). Conserver les arbres déjà implantés, en particulier les plus anciens, représente donc un atout écologique majeur.

Cela commence lors du diagnostic écologique, qui permet de faire l'inventaire des arbres et de les repérer selon plusieurs critères (intérêt écologique, caractère remarquable, âge, etc.). Même vieillissants ou morts, ces arbres constituent des habitats précieux pour de nombreuses espèces : insectes saproxyliques, chauves-souris ou encore pics. Ils apportent également de la matière organique au sol et contribuent à la séquestration du carbone dans les sols urbains (Rankovic, 2016).

Si le célèbre « diagnostic phytosanitaire » est indispensable pour évaluer la mécanique et la sécurité de l'arbre, il ne doit pas être le seul arbitre. Ce diagnostic considère souvent la sénescence, les cavités ou le bois mort comme des défauts ou des risques. Or, d'un point de vue écologique, un arbre sénéscent est souvent le plus riche en biodiversité (insectes saproxyliques, gîtes à chiroptères, oiseaux cavernicoles). Il est donc crucial de coupler l'expertise sanitaire à une évaluation écologique des micro-habitats. Plutôt que l'abattage systématique par « principe de précaution », des alternatives de gestion existent pour conserver ces arbres à haute valeur biologique tout en assurant la sécurité : mise en défens (éloignement du public), haubanage, ou taille de réduction douce (création de « totems » écologiques).

Afin de tenir compte des arbres existants dans le plan d'aménagement ou le plan masse, l'implantation des bâtiments et de leurs sous-sols ne doit pas empiéter sur la projection au sol de la couronne de l'arbre (diamètre formé par les branches et le feuillage). Pour certains arbres remarquables, notamment ceux ayant grandi dans un environnement peu contraint (parc, prairie, clairière), il est recommandé de préserver un rayon de 20 m autour du tronc afin de garantir leur pérennité (Ville de Lyon). Au-delà de la simple implantation des bâtiments, il convient également de prévoir des espaces suffisamment vastes et végétalisés autour des arbres conservés, en respectant la topographie naturelle du terrain et en évitant tout nivellement.

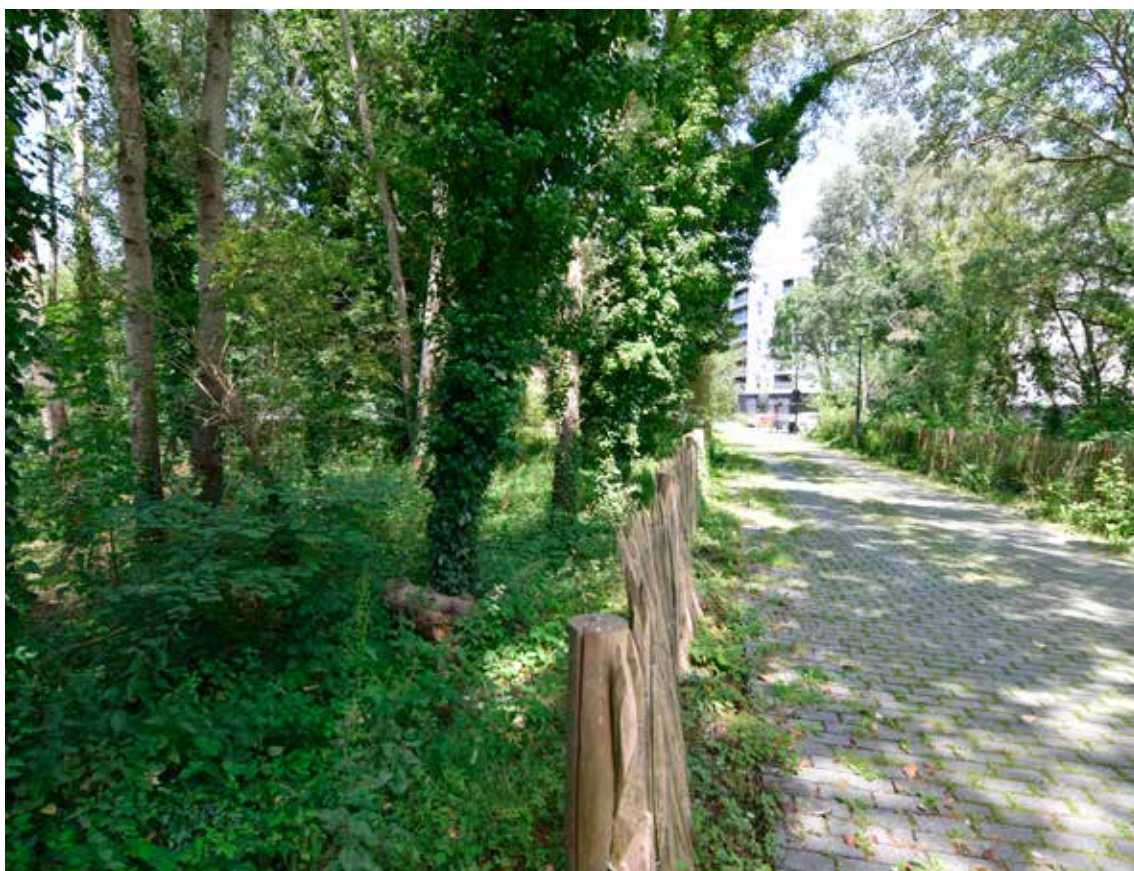
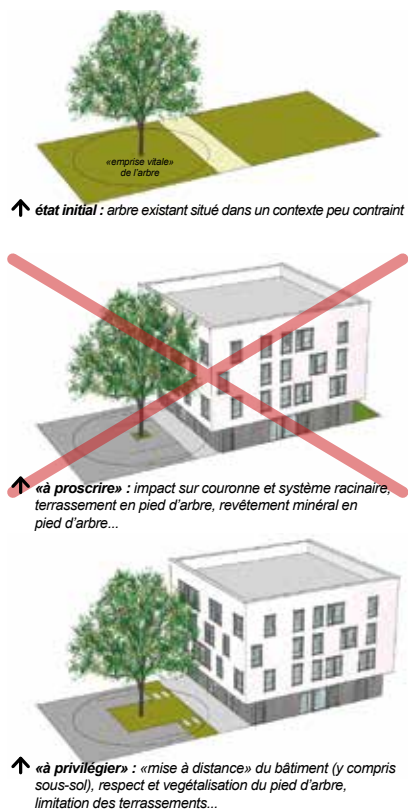
## Des quartiers qui conservent les arbres existants

Après 150 ans d'occupation industrielle et militaire, le site de la Courrouze à Rennes a été aménagé en tenant compte de la végétation qui s'est implantée sur le site. Un inventaire détaillé des arbres et des végétations a permis de définir des zones de protection matérialisées par des clôtures et une signalisation lors du chantier. Au-delà des arbres, la diversité des sols en place a été prise en compte plutôt que de miser sur leur substitution systématique. En partant d'un inventaire des types de sol, le projet paysager s'est construit autour de l'existant en utilisant des plantes adaptées à chaque sol et des fosses de plantation pour les zones non fertiles. Toute la végétation existante pionnière est réemployée, préservée et renforcée par de nouvelles plantations.

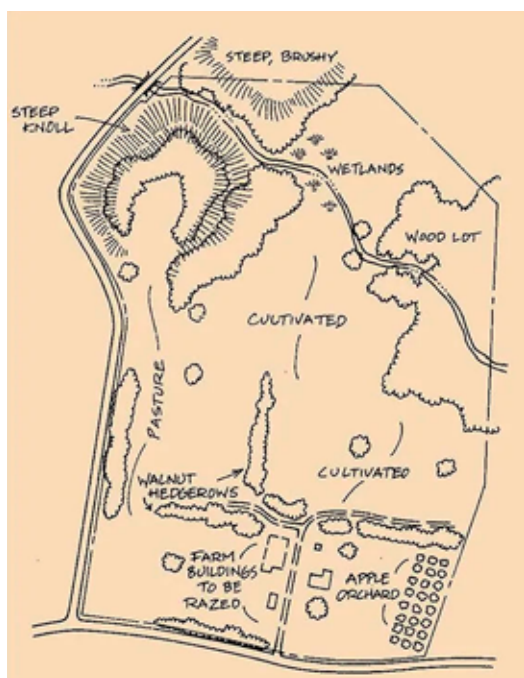
À Bègles, dans le Parc habité des Sécheries, la même logique de conservation in situ des éléments végétaux remarquables et d'intégration paysagère a été mise en place. Les mesures comprennent un repérage précis des arbres, la mise en place de protections physiques (clôtures, zones tampon) et des consignes strictes de chantier pour éviter le compactage des sols et la pollution au niveau des racines. Les terres excavées sont réemployées pour créer des buttes et des talus paysagers, qui servent à la fois de protection pour les plantations et d'éléments de liaison écologique. Le projet favorise aussi l'ouverture précoce d'espaces publics et d'allées pour permettre à la végétation de s'installer progressivement et pour associer les habitants au suivi et à l'entretien des espaces végétalisés.

À Lomme, près de Lille, le diagnostic écologique mené en amont de la conception de l'écoquartier des Rives de la Haute Deûle a permis de préserver et d'intégrer un grand nombre d'arbres existants au sein d'une friche industrielle dans laquelle le projet est implanté. En s'appuyant sur l'expertise écologique,





Fiche conseil de la ville de Lyon pour le maintien des arbres existants et conservation des arbres existants dans le quartier des Sécheries à Bègles et de la Courrouze à Rennes. © Gilles Lecuir, Marc Barra



Les projets devraient s'adapter au paysage et aux arbres, et non l'inverse. Source : Pennsylvania State University

les concepteurs (Atelier de paysages Bruel-Delmar et SORELI) ont conservé des alignements et des sujets remarquables, adapté les emprises bâties et les voiries, et redessiné les espaces publics (noues, berges, prairies) pour maintenir la connectivité et les fonctions écologiques du site.

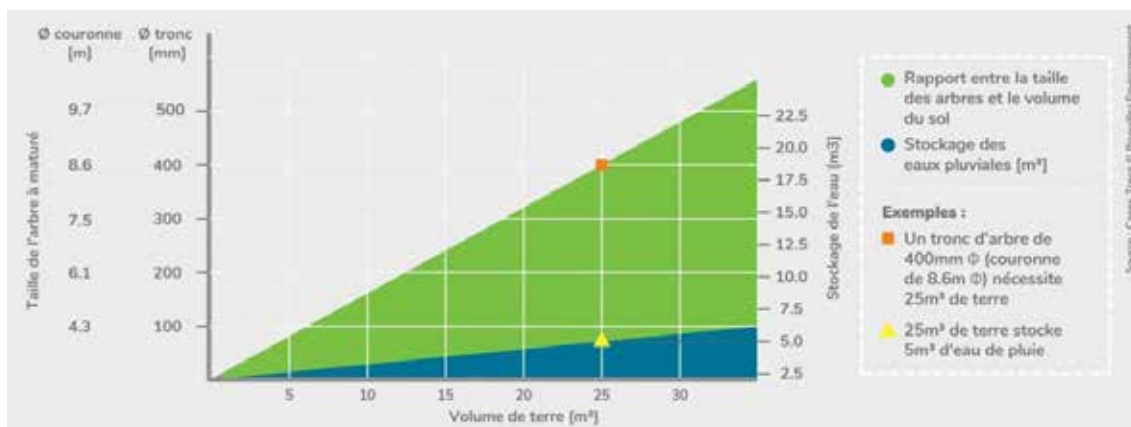
Si les arbres demeurent insuffisamment protégés en ville, des outils existent néanmoins pour encourager leur protection. Au-delà des Espaces Boisés Classés (EBC) du PLU, la jurisprudence récente, soutenue par les travaux de juristes d'associations comme France Nature Environnement (FNE), a renforcé la protection des alignements d'arbres (Article L.350-3 du Code de l'environnement). Cet article interdit l'atteinte aux arbres d'alignement sauf en cas de danger sanitaire avéré ou d'impératif de sécurité publique, et impose désormais des compensations en nature strictes. Il est donc recommandé de faire valoir ces protections dès l'amont : identifier les arbres protégés par le PLU ou le code de l'environnement oblige le projet à s'adapter à l'arbre, et non l'inverse.

### **Les arbres, en fosse ou en pleine terre ?**

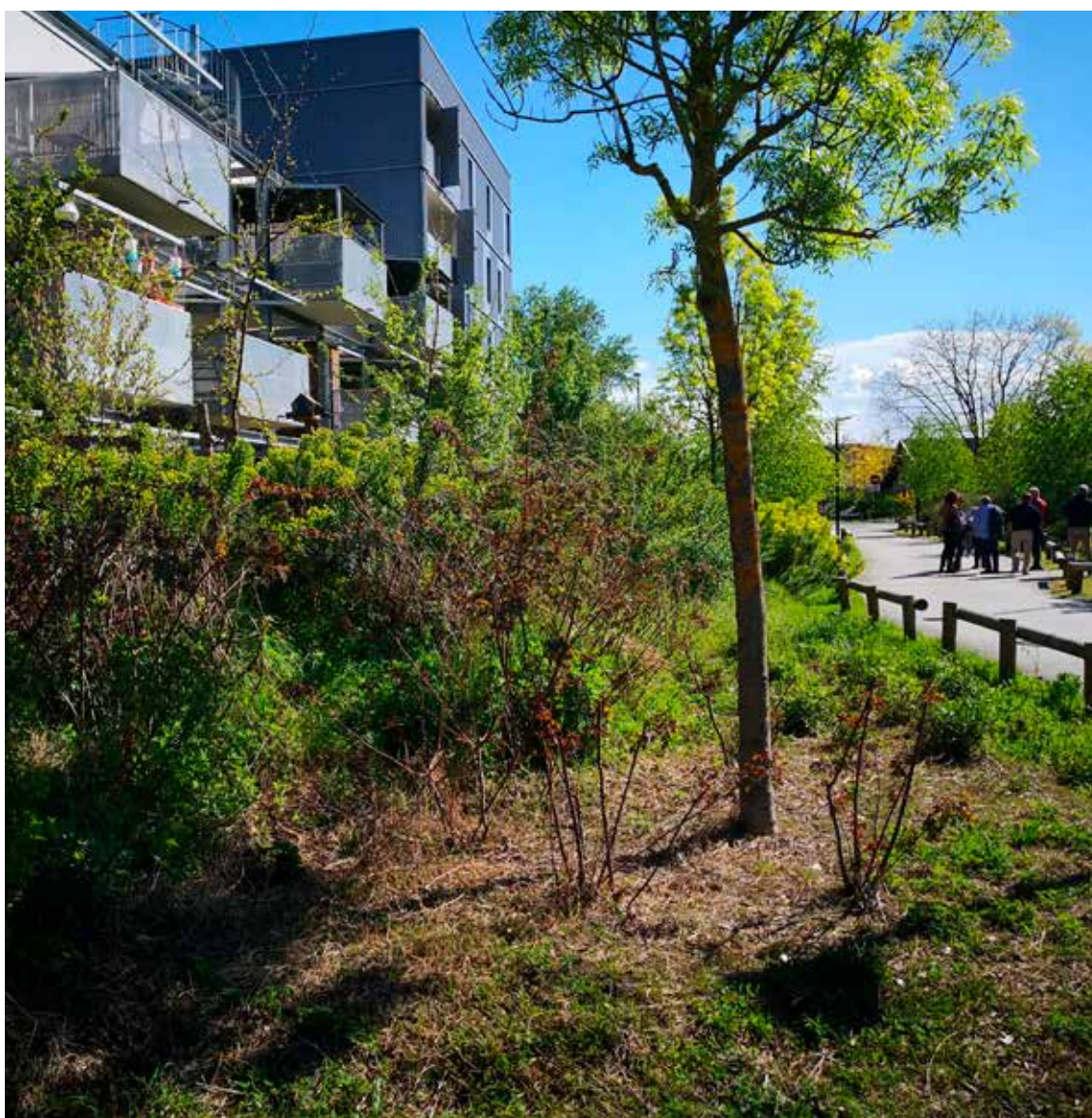
De nombreux paysagistes ou écologues soulignent le mauvais traitement réservé aux arbres dans les opérations d'aménagement, notamment en ce qui concerne l'espace qui leur est accordé, aussi bien en surface que dans le sol. Plusieurs études soulignent que les fosses de plantation exiguës (inférieure à 10 m<sup>3</sup>), combinées au compactage des sols, sont responsables de taux de mortalité pouvant

atteindre 50 % lors des premières années suivant la plantation (Ferrini & Fini, 2011). Face à ce constat, des chercheurs préconisent un ratio d'environ 0,6 m<sup>3</sup> à 1 m<sup>3</sup> de sol pour chaque m<sup>2</sup> de houppier projeté, ce qui implique des volumes supérieurs à 30 m<sup>3</sup> pour un arbre à développement moyen (Lindsey & Bassuk, 1991). Quand le contexte le permet, la conception de fosses contigües ou connectées être privilégiée par rapport à la fosse individuelle. La mutualisation des volumes de terre permet aux systèmes racinaires de s'étendre davantage et de partager les ressources hydriques, offrant une résilience bien supérieure (Urban, 2008).

Idéalement, la connexion avec le sol naturel profond et les plantations en pleine terre restent les solutions optimales pour garantir l'épanouissement de l'arbre, son autonomie hydrique et du stockage de carbone à long terme. Bannir les fosses individuelles permet de maintenir une continuité de sol ou trame brune entre les arbres d'alignement ou entre les espaces de nature au sein du projet. En effet, la biodiversité des sols (champignons, vers de terre, collemboles, fourmis, taupes) joue un rôle crucial dans les fonctions apportées à la végétation au-dessus (nutriments, eau, ancrage). Respecter la trame brune suppose donc une « vision en 3D », en limitant les infrastructures souterraines et des éléments artificiels tels que cuves bétonnées, réseaux ou servitudes, mais aussi une articulation avec la trame verte en surface et la répartition entre espaces bâtis et végétalisés au sein de l'opération.



Volume de sol requis pour un arbre urbain. Source : Casey Trees © Bruxelles Environnement



Dans le parc habité des Sécheries à Bègles, des bandes de pleine terre remplacent les places de stationnement.  
© Marc Barra

### **Et les arbres sur dalle, quelle profondeur ?**

Bien que certains arbres soient capables d'ancrage profond, la littérature scientifique (Crow, 2005 ; Day et al., 2010) démontre que 90 % du système racinaire fonctionnel (absorption et structure principale) se développe dans les premiers 60 cm à 1 m de sol, là où l'oxygène et les nutriments sont disponibles. Des études récentes (Xie et al., 2020) corroborent que la profondeur d'enracinement efficace dépasse rarement 1,20 m à 1,50 m en milieu urbain. Par conséquent, une reconstitution de sol sur 1,5 m minimum de profondeur sur dalle peut être acceptable quand il est impossible de planter en pleine terre, sous réserve d'un drainage efficace en fond de fosse pour éviter l'asphyxie. Plusieurs villes s'inspirent aujourd'hui du concept des « fosses de Stockholm », développé en Suède. Ce système imite les remblais ferroviaires, où une faible proportion de matière organique suffit au développement d'arbres robustes. Il combine un mélange terre-pierre, une couche d'aération en pierres sèches, et des puits facilitant les échanges gazeux ainsi que la collecte et l'infiltration des eaux pluviales. Des rigoles guident l'eau de ruissellement des trottoirs vers ces puits, améliorant encore la résilience des plantations.

**L'idée de la trame brune est de conserver une continuité entre les sols, qui se reflète également en surface par la trame verte. © Jonathan Flandin ▼**

### **FAVORISER LA NATURALITÉ ET LA COMPLEXITÉ DES ESPACES VÉGÉTALISÉS**

Toutes les études le montrent : ce n'est pas seulement la quantité, mais bien la qualité des espaces végétalisés qui déterminent leur capacité à accueillir la biodiversité en ville. En écologie, cette qualité peut se définir de plusieurs façons : diversité des milieux, continuité écologique avec les espaces voisins, proportion d'espèces locales, valeur patrimoniale des habitats et fonctionnalité proche de celle d'un écosystème naturel (Delzons et al., 2020). Pourtant, les projets urbains se contentent encore trop souvent d'un « verdissement » esthétique ou horticole, qui néglige la dimension écologique.

Le dialogue et la collaboration entre le paysagiste et l'écologue sont indispensables à cette étape. C'est notamment sur la base du diagnostic écologique que ces futurs milieux seront définis, à partir de la végétation existante si elle est présente ou en fonction du paysage local. Plusieurs principes reviennent régulièrement dans les publications scientifiques comme la diversité des strates de végétation (mousses, tapis herbacés, arbustes et arbres), car chaque strate crée des niches écologiques distinctes (par exemple, des haies multistratifiées offrent abris et ressources alimentaires pour de nombreuses espèces d'oiseaux et d'insectes) (Threlfall et al., 2017). Il est également important de favoriser les espèces locales ou spontanées, qui attirent de nombreux pollinisateurs et améliorent la résilience de ces futurs espaces végétalisés face aux stress climatiques tout en réduisant les besoins d'entretien et d'irrigation.





**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

Dans un contexte où l'objectif de Zéro Artificialisation Nette (ZAN) conduit à produire une ville plus dense, la qualité des espaces de nature joue également un rôle clé dans l'acceptabilité des projets par les habitants. L'étude *Réconcilier densité et qualité de la construction - Faire la ville à l'heure du ZAN* de L'Institut Paris Region montre que la densification est d'autant mieux acceptée qu'elle s'accompagne d'une amélioration perceptible du cadre de vie, notamment par la présence d'espaces végétalisés qualitatifs, accessibles et lisibles. La nature en secteur dense apparaît comme un facteur de compensation capable d'atténuer les perceptions négatives liées à la hauteur, à la compacité ou à la proximité bâtie. La gestion future de ces espaces doit rester légère et

s'appuyer sur les principes de la gestion écologique et différenciée. Celle-ci cherche un équilibre entre les contraintes de l'espace urbain et les logiques de conservation de la nature. Concrètement, cela implique l'arrêt total des pesticides (interdits dans les espaces verts publics depuis 2017 et privés depuis 2019), la réduction de la fréquence et de l'intensité de gestion, par exemple en limitant les tontes ou en réduisant la taille des arbres et arbustes. En dehors des zones dédiées aux usages récréatifs (sport, détente, jardinage), certaines surfaces peuvent évoluer librement, en laissant place à la flore spontanée. Le label EcoJardin, créé en 2012 par Plante & Cité, valorise aujourd'hui les collectivités et entreprises qui adoptent ce type de gestion.



**La gestion écologique est adaptée au cycle de vie de la faune, notamment des pollinisateurs. Un exemple ici dans la commune de Saint-Lunaire. © Marc Barra, © Noé Conservation**



**Bois mort dans une résidence à Lille.** © Gilles Lecuir

Certains usages doivent en revanche être proscrits. C'est le cas des bâches plastiques, encore trop répandues dans les espaces végétalisés : elles asphyxient le sol, bloquent la végétation spontanée et libèrent des microplastiques au fil du temps. Des alternatives existent, comme les paillages organiques (copeaux de bois, paille, feuilles mortes), mais leur utilisation doit rester mesurée afin de ne pas créer une pression excessive sur la ressource. Dans la nature, le paillage le plus durable reste celui des feuilles tombées au sol.

Il n'y a pas que la végétation qui offre des habitats de qualité pour la biodiversité. D'autres aménagements analogues aux milieux naturels, comme la pierre, les sols à nu et talus, les troncs d'arbres ou le bois mort sont propices à la faune et la flore. Enfin, il est important de rappeler que l'installation de ruches en ville ne constitue pas une action favorable à la biodiversité. Si elles ont une valeur pédagogique, les abeilles domestiques entrent en concurrence avec les espèces d'abeilles sauvages et plus largement avec d'autres pollinisateurs (Ropars et al., 2017). Le meilleur moyen de soutenir cette biodiversité est de diversifier les strates de végétation, de favoriser les essences locales, de maintenir du bois mort et des zones de sol à nu et d'appliquer une gestion différenciée.

La réutilisation des matériaux déjà présents sur site constitue un levier essentiel pour réduire l'empreinte environnementale des aménagements paysagers. Le réemploi de bois, de pierre, ou d'anciens mobiliers urbains permet non seulement de limiter l'extraction de ressources naturelles, mais aussi de diminuer les flux de déchets de chantier, un enjeu majeur du secteur du BTP. La logique de réemploi dans les espaces végétalisés permet d'utiliser les matériaux déjà présents sur site pour créer des aménagements à la fois sobres, écologiques et très favorables à la biodiversité. Les troncs issus d'abattages peuvent ainsi être transformés en bancs ou en assises naturelles. Les branches et résidus de taille trouvent facilement une seconde vie dans la construction de haies de Benjes, véritables structures de bois mort qui recyclent l'intégralité des déchets verts, offrent des refuges à la faune et se transforment progressivement en haies vivantes. Les feuilles mortes et tontes peuvent quant à elles être utilisées en paillage ou en compost, améliorant la structure du sol tout en réduisant les besoins en arrosage et en intrants.

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



Haie sèche ou haie de Benjes, réalisée à partir des produits de taille, sur place. © Gilles Lecuir



Dans l'École des Cygnes à Enghien-les-Bains, l'écologue Aurélien Huguet et le paysagiste Davide Costelli ont réalisé un muret à partir de tuiles et de substrat de réemploi. © Franges Paysage et Aurélien Huguet Ecologie

## Principes architecturaux libérant de l'espace au sol

À l'échelle du bâti, même si elles sont plus limitées, des solutions existent pour préserver la pleine terre et libérer de l'espace au sol. L'une d'entre elle consiste à construire sur pieux ou pilotis afin d'éviter des fondations lourdes qui affectent les sols de manière irréversible. L'espace ainsi libéré entre le sol et le bâti peut devenir une surface supplémentaire pour permettre l'infiltration des eaux pluviales et servir de refuge ou de zone de passage pour certaines espèces (plantes ombrophiles, insectes et petits mammifères).

En plus de limiter les travaux de terrassement, la surélévation sur pilotis à l'avantage de s'adapter à une variété de sols, inclinaisons et reliefs différents. En pratique, le recours aux pilotis réduit considérablement les volumes de terres excavés par rapport à des solutions plus classiques. C'est aussi un moyen de limiter la manipulation du sol pour y installer différents aménagements artificiels (ouvrages enterrés, réseaux et tranchées). Les opérateurs peuvent également utiliser cette technique pour des bâtiments à plusieurs étages (voir exemple ci-dessous). Le choix du type de pilotis (en béton armé, acier ou bois) doit se faire en fonction des types de projets voulus, de la structure ainsi que du terrain. L'étude approfondie des caractéristiques du sol est un préalable nécessaire. Des techniques de pieux vissés en acier ont l'avantage d'être totalement réversibles lors de la déconstruction.

## Exemple : des bâtiments sur pilotis pour limiter l'impact sur les sols

Conçu par l'architecte Patrick Arotcharen, le quartier du Séqué est un écoquartier de 14 ha (dont 6,8 sont urbanisés) situé à Bayonne et structuré autour du paysage et de la biodiversité. Un espace boisé classé et un lac, utilisé comme bassin de rétention des eaux pluviales, s'intègrent pleinement dans l'aménagement. La concertation des acteurs a permis de garantir la cohérence architecturale et paysagère des projets immobiliers en contrôlant le respect du cahier de prescriptions. Le choix des formes urbaines a été fait en référence aux spécificités paysagères et l'habitat collectif a été privilégié. La majorité des bâtiments est construits sur des pieux qui permettent, à la différence des fondations en radier, de conserver les fonctions d'infiltration et de rétention d'eau dans les sols. Les pilotis permettent également de dégager des passages sous les bâtiments pour la microfaune. Enfin, ce système est moins impactant pour les arbres existants et plus réversible que les fondations en radier. L'utilisation d'essences indigènes adaptées a été privilégiée, mais la plupart de la végétation existante a été préservée, dont les haies et les arbres remarquables.

**Bâtiments sur pilotis dans l'écoquartier du Séqué à Bayonne. © Patrick Arotcharen ▼**





**Maison de la réserve écologique à Épinay-sur-Seine, un bâtiment soutenu par 109 pieux vissés. © 11 h45-LAO**

En Île-de-France, La Maison de la Réserve écologique d'Épinay-sur-Seine, construite en 2025 par l'agence Archipel Zéro – Frédéric Denise architectes en association avec LAO Scop, illustre de manière exemplaire l'idée d'une approche constructive à très faible impact sur les sols. Cette structure de plus de 500 m<sup>2</sup> a été développée sans fondations en béton : l'édifice repose sur 109 pieux vissés, ce qui élimine la nécessité de terrassements lourds et de dalles en béton traditionnelles tout en surélevant légèrement la construction au-dessus du sol naturel. Cette solution réduit l'artificialisation des sols, minimise les perturbations de la microfaune et de la flore existante, et préserve la perméabilité des terrains, permettant notamment à l'eau de pluie de s'infiltrer librement et aux espèces comme les hérissons de circuler sous l'ouvrage. En amont du projet, une étude écologique et pédologique approfondie a été menée par EODD Conseil, afin de caractériser les sols, les habitats et les continuités écologiques du site, et d'orienter les choix de conception, notamment le recours à une construction sur pieux.

Dans la même logique, les constructions réalisées dans les Agrocités de Gennevilliers et de Bagneux, développées dans le cadre de la stratégie R-Urban initiée par Atelier d'Architecture Autogérée, constituent des exemples probants d'architectures réversibles pour les sols. Inaugurée en avril 2018 à Gennevilliers après une relocalisation depuis Colombes, l'Agrocité est une unité d'agriculture urbaine citoyenne conçue comme un lieu d'activités pédagogiques et de transition écologique alliant jardins partagés, ateliers et salle polyvalente en bois, matériels réemployés et structures légères conçues pour limiter l'artificialisation du terrain. À Bagneux, un projet similaire développé à partir de 2016 et inauguré en 2019 comprend des aménagements agricoles et un bâtiment écologique intégrant des principes de construction participative et des matériaux biosourcés. Sur ces sites, AAA privilégie des approches constructives non invasives, notamment des bâtis montés sur pilotis ou micro-pieux lorsque les sols le permettent, afin d'éviter l'imperméabilisation et les terrassements lourds.



**Le bâtiment de bois de l'Agrocité de Bagneux est construit sur des pieux vissés. © CD92, Julia Brechler**

## INTÉGRER LES TRAMES (VERTE, BLEUE, BRUNE ET NOIRE) AUX OPÉRATIONS

### Trames vertes

La prise en compte des continuités écologiques s'anticipe dès le diagnostic initial, étape clé pour comprendre comment le projet s'insère dans les trames existantes. À l'échelle de la parcelle, l'enjeu majeur est de maintenir des connexions fluides entre les espaces de nature internes et l'environnement extérieur. Pour éviter de fragmenter les habitats, la disposition des bâtiments et des infrastructures linéaires doit être réfléchi en amont afin de ne pas créer de barrières infranchissables. Sur le terrain, les clôtures classiques (grillages, murs pleins ou haies de thuyas monospécifiques) constituent des obstacles majeurs pour la faune et doivent être évités.



Plusieurs alternatives permettent de restaurer cette perméabilité :

- Les haies champêtres : elles peuvent remplacer les clôtures artificielles car elles constituent souvent des barrières efficaces contre l'intrusion des humains. En revanche, elles sont fortement perméables à la faune. Les haies champêtres composées d'essences indigènes diversifiées (comme l'aubépine, le noisetier ou le charme) agissent comme des corridors biologiques au sein des quartiers, en offrant protection et ressources pour les espèces.
- Les clôtures poreuses : Si le grillage est indispensable, il peut être remplacé par des ganivelles en bois ou rendu franchissable par des ouvertures de 10 à 20 cm au sol tous les 15 m pour la petite faune (hérissons notamment).
- Les structures-habitats : Les murets en pierre sèche, les haies de Benjes (empilement de branchages) ou les gabions ensemencés délimitent l'espace tout en offrant des micro-habitats aux oiseaux, reptiles et insectes.

◀ **Ganivelle découpée pour permettre le passage des hérissons.**  
© Gilles Lecuir

**Exemple d'un passage à hérissons dans la prairie du Moulin Joly à Colombes (92).**  
© Laurent Thibedore ▼



Dans les secteurs déjà fortement fragmentés par des routes ou des dalles, des dispositifs spécifiques peuvent être mis en place selon les espèces comme des crapauducs (petits tunnels sous la voirie) pour limiter les risques d'écrasement des amphibiens ou des ponts suspendus entre les arbres sont efficaces pour le passage des écureuils au dessus des routes. Enfin, si la clôture mitoyenne est une pratique culturelle ancrée en France, elle n'est pas une fatalité. Il est possible de marquer une limite de propriété par de simples bordures végétales (buissons, arbres) sans rompre la continuité écologique. À ce titre, le levier réglementaire est essentiel : l'article 11 du Plan Local d'Urbanisme (PLU) permet aujourd'hui aux collectivités d'inciter, voire d'imposer, des clôtures perméables afin de garantir la libre circulation des espèces.

**Exemple : les Docks de Ris à Ris-Orangis**

Le quartier des « Docks de Ris » est une opération de reconversion d'un secteur de friches industrielles de 18 ha, situées au nord de la commune de Ris-Orangis et à proximité d'une gare RER (ligne D). Bien que les premières études datent des années 2000, ce quartier a été pionnier dans l'attention portée à la

biodiversité et fait figure d'exemple en Île-de-France sur la prise en compte des trames vertes et de la biodiversité ordinaire. Situés en bordure de Seine, les Docks de Ris s'intègrent idéalement dans le paysage avec un parc de 8 ha classé en Espace Naturel Sensible et comprenant un plan d'eau. Sous l'impulsion de l'agence Laverne paysagistes, l'équipe projet a travaillé sur la perméabilité du quartier au vivant. L'absence de grillages et de barrières infranchissables pour la faune en font un projet exemplaire du point de vue des trames vertes à l'échelle locale. Lors de la conception, les espèces locales ont été privilégiées. La végétalisation du quartier est présente jusqu'au pied des constructions. Au départ perçu négativement par les habitants se plaignant des allergies ou des « petites bêtes », cette densité végétale est aujourd'hui un atout suite à un accompagnement et une communication efficace. Au total, les espaces publics représentent 72 % des 18 ha (environ 10 ha végétalisés dont 8 ha d'Espace naturel sensibles). Les milieux créés sont variés : prairies libres gérées extensivement et prairies fleuries, jardins en creux à fonction d'infiltration des eaux pluviales. La gestion différenciée est privilégiée sur l'ensemble du quartier.



Prairie urbaine dans l'ÉcoQuartier des Docks de Ris à Ris-Orangis (91). © Jonathan Flandin

## CONSTRUIRE DANS LE SOL PLUTÔT QUE SUR LE SOL ?

Préserver des trames vertes dans les quartiers peut aussi passer par la conception de bâtiments souterrains ou semi-enterrés. Encore peu courants, ce type d'opérations à l'avantage de se fondre dans le paysage environnant et de réduire l'impact visuel de la construction par une intégration paysagère maximale. À l'inverse des constructions surélevées sur pilotis, cette approche nécessite un creusement et terrassement des sols, c'est pourquoi elles ne sont pertinentes que dans le cas d'une opération sur un site artificialisé. En fonction de l'état du sol, la terre excavée pourra être réutilisée comme substrat pour recouvrir les bâtiments et les végétaliser, la terre jouant le rôle d'isolant sous forme de toitures végétalisées. Parmi les exemples les plus connus, on peut citer les maisons d'Underground Living à Dietikon (Suisse), conçues par l'architecte Peter Vetsch, qui allient design organique et performance énergétique ou les maisons Earthship, développées par Michael Reynolds, qui sont autonomes en énergie, eau et alimentation grâce à des matériaux recyclés et des systèmes passifs. Ces projets partagent des similitudes avec l'architecture de Friedensreich Hundertwasser, qui privilégiait des formes organiques, des toits végétalisés et des façades vivantes, souvent en structures collectives, là où l'approche des earth houses est essentiellement destinée à des projets d'habitat individuel. L'intérêt de ce type d'architecture pour l'intégration paysagère est cependant à nuancer au regard des impacts non négligeables sur les sols. Ce type de construction semi-enterrée implique des terrassements importants, modifiant la structure naturelle du sol, ses horizons et ses fonctions.



Les Earth Houses de l'architecte suisse Peter Vetsch sont construites dans le sol plutôt que sur le sol. © Google Earth

## Trame bleue

Les milieux humides urbains, tels que les noues végétalisées, mares, jardins de pluie, bassins d'orage ou espaces inondables sont des infrastructures essentielles pour infiltrer naturellement les eaux pluviales et ainsi réduire le ruissellement tout en soulageant les réseaux d'eau pluviales ou d'assainissement. Largement végétalisés et le plus souvent en pleine terre, les milieux humides urbains sont également des espaces de biodiversité en milieu dense, offrant des habitats pour les insectes, les amphibiens, les oiseaux et la flore.

Les aménageurs ont tout intérêt à intégrer ces milieux dès les premières phases de conception urbaine. Cela implique d'abord de s'appuyer sur le volet hydrologique du diagnostic, pour identifier la topographie, les capacités locales d'infiltration et adapter les solutions en conséquence, en s'appuyant sur la réglementation locale (ex. zonage pluvial). À l'échelle de l'opération, ces dispositifs s'intègrent idéalement aux espaces extérieurs, pieds d'immeubles ou cœurs d'îlots (noues, jardins en creux, jardins de pluie en sortie de gouttière, mares) mais peuvent aussi être hors-sol (toitures végétalisées) si la pleine terre est absente. Ces milieux peuvent être isolés ou connectés pour constituer une trame bleue. Pour garantir l'efficacité de ces ouvrages du point de vue de la biodiversité, ces espaces doivent rester végétalisés (éviter les fauches rases) et être peu fréquentés afin d'éviter le tassement des sols. Une étude danoise a montré qu'une hétérogénéité accrue des ouvrages (diversité des strates végétales, morphologie variée, présence de pierres, bois mort, bords sinueux) améliore la qualité des habitats pour la faune (Monberg et al., 2018).

L'étude préalable des sols, de la topographie et de l'hydrologie (nappe phréatique, parcours de l'eau) est indispensable pour positionner et dimensionner ces espaces humides. Certains sols présentent des contraintes (risque d'effondrement dans les sols gypseux, retrait-gonflement des argiles, zones karstiques) limitant l'infiltration.

Les inquiétudes liées à la présence de moustiques autour des aménagements végétalisés de gestion des eaux pluviales reposent souvent sur une méconnaissance de la biologie de ces insectes. Les moustiques ont besoin d'eaux stagnantes pendant plusieurs jours pour que leurs larves se développent, alors que les ouvrages infiltrants (noues, jardins de pluie, bassins végétalisés) retiennent généralement l'eau trop peu de temps pour permettre ce cycle, ce qui limite leur prolifération, y compris pour le moustique tigre (*Aedes albopictus*) (GRAIE-OTHU, 2016).

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



**Les mares, noues végétalisées, bassins d'orage et jardins de pluie permettent de gérer les eaux pluviales et de créer une trame bleue au sein des opérations d'aménagement. © Jonathan Flandin, Gilles Lecuir, Marc Barra, Wikimedia Commons**

De plus, lorsque ces milieux favorisent la biodiversité, la présence de prédateurs naturels comme les oiseaux ou chauves-souris contribue à réguler les populations de moustiques.

Enfin, lorsque le foncier le permet, il est possible d'intégrer des bassins de lagunage ou de phytoépuration (bassins plantés de roseaux, joncs, massettes) pour le traitement des eaux usées. Ces systèmes, tels que les jardins filtrants développés par des entreprises comme Phytorestore, éliminent efficacement la pollution microbiologique des eaux grises et noires. L'exemple de l'Écoquartier Eva-Lanxmeer (Pays-Bas) illustre cette approche intégrée, où eaux usées traitées et espaces végétalisés connectés assurent une gestion écologique complète. Il est toutefois essentiel de sensibiliser les usagers à l'utilisation de produits biodégradables et à la limitation des rejets de substances toxiques (phosphates, perturbateurs endocriniens, javel) dans les eaux usées.

### Exemple : l'écoquartier des rives de la Haute Deûle à Lille

L'écoquartier des Rives de la Haute Deûle, situé à Lille, est un projet exemplaire en matière d'intégration de la biodiversité et de gestion durable des eaux pluviales. Aménagé sur une ancienne friche industrielle, il a fait l'objet d'un diagnostic écologique poussé afin de maximiser la préservation de l'existant (voir page 35). Près de 25 % de la surface du quartier est dédiée aux espaces végétalisés en pleine terre, limitant ainsi l'imperméabilisation des sols. La gestion des eaux pluviales est l'un des éléments centraux du projet : un « jardin d'eau » collecte les eaux de ruissellement via un réseau de noues et de canaux, permettant leur stockage temporaire et leur dépollution avant leur rejet contrôlé dans la Deûle. Ce système permet de stocker environ 10 000 m<sup>3</sup> d'eaux pluviales, évitant ainsi le transit de près de 100 000 m<sup>3</sup> par an vers les stations d'épuration. L'ensemble des espaces ouverts du quartier est conçu en favorisant la perméabilité (pavés enherbés sur l'ensemble des promenades piétonnes, préservation d'un bois spontané). Ces espaces font l'objet d'une gestion minimaliste, la naturalité étant privilégiée au sein du quartier.

#### Noues végétalisées le long des immeubles de l'écoquartier de la Haute Deûle à Lille.

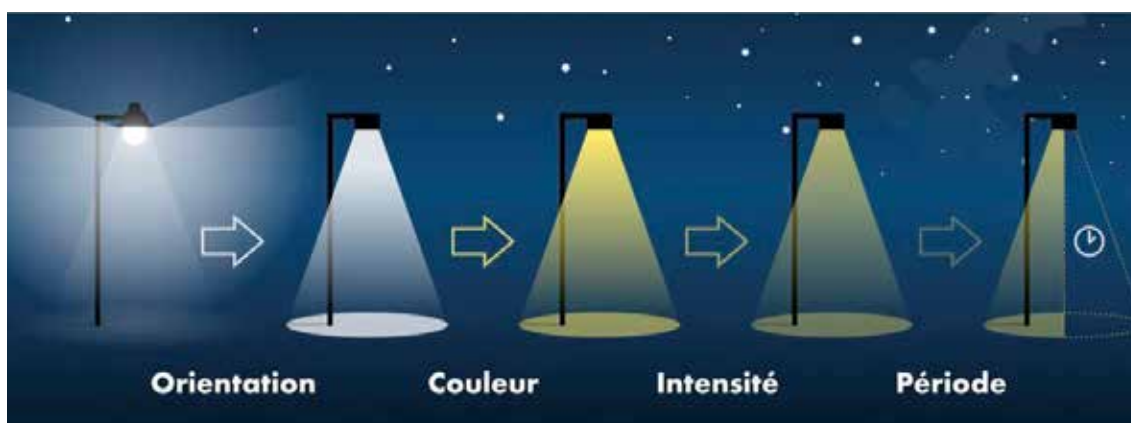
© Marc Barra ▼



## Trame noire

Les préconisations en faveur de la trame noire s'appuieront sur les éléments identifiés lors du diagnostic. De manière générale, elles consistent à limiter au maximum l'éclairage futur et si possible, de maintenir des zones dans l'obscurité totale (Cerema, 2021). Dans les zones obligatoirement éclairées, il conviendra d'orienter le flux lumineux vers le bas et non vers le ciel. Il est généralement conseillé de privilégier l'utilisation de sources de lumières de couleur ambrée plutôt que de couleur blanche-bleue, davantage nocive pour la faune nocturne. Enfin, il est nécessaire de réduire l'intensité lumineuse quand cela est possible. Dans l'espace habité ou le long des voies de déplacement doux, des systèmes de détection de présence peuvent permettre de déclencher l'éclairage sur un temps court et régler automatiquement l'intensité lumineuse. Dans certains cas, il est possible d'uti-

liser des systèmes d'éclairage « intelligents » qui détectent la présence de personnes ou de véhicules et ajustent automatiquement l'intensité lumineuse. Plusieurs projets d'aménagement urbain à l'échelle de quartiers ont intégré la notion de trame noire pour limiter la pollution lumineuse et préserver la biodiversité nocturne. Par exemple, à Lyon, les quartiers de la Confluence et de La Duchère ont mis en place des éclairages publics réduits et orientés vers le sol, tout en aménageant des espaces végétalisés et naturels permettant de protéger la faune nocturne. À Grenoble, l'écoquartier de Montplaisir a adopté des éclairages à faible intensité et des corridors écologiques pour favoriser la faune. À Rouen, dans l'éco quartier Flaubert, l'équipe de maîtrise d'œuvre a travaillé sur la mise en place d'une trame noire : minimalisation de l'éclairage public dans les espaces végétalisés, utilisation de LED, systèmes de détection de présence.



Représentation des quatre critères à prendre en compte pour réduire l'impact de l'éclairage nocturne.  
Source : Réserve internationale de ciel étoilé du Mont Mégantic

En Île-de-France, le rapport *Vers une trame noire sur l'EPA Paris-Saclay* constitue une étude exploratoire qui éclaire les conditions de déclinaison opérationnelle de la trame noire à l'échelle locale et des projets d'aménagement (Cornet, 2023). Fondée sur des entretiens avec les acteurs du territoire, l'étude montre que la trame noire est encore peu intégrée dans les pratiques, souvent perçue au prisme de la sécurité, des usages et des coûts énergétiques, plus que comme un enjeu écologique à part entière. Elle met en évidence la nécessité d'une accultu-

ration des élus et techniciens, d'une gouvernance multi-acteurs et d'une approche transversale intégrant biodiversité nocturne, santé humaine et qualité des usages. Le rapport souligne également que des actions ponctuelles sur l'éclairage (LED, réduction d'intensité) sont insuffisantes sans stratégie globale, et que la trame noire doit être pensée dès la conception des opérations, en articulation avec la trame verte et bleue, les formes urbaines, les usages nocturnes et la gestion de l'éclairage public et privé.

### LES ÉCOVILLAGES, DES LABORATOIRES D'EXPÉRIMENTATION POUR LE VIVANT ?

Un écohameau (ou écovillage) peut être défini comme un ensemble d'habitations, souvent en milieu rural ou périurbain, dont le mode de conception et d'usage reposent sur plusieurs principes écologiques comme la forte intégration paysagère, l'utilisation de matériaux locaux dans les constructions, la part élevée de pleine terre et la gestion intégrée du cycle de l'eau. L'emplacement est généralement choisi en évitant la construction sur des terres agricoles ou des espaces écologiquement sensibles. Dans ce type de quartiers, on trouve souvent des espaces non cultivés où la faune et la flore locales peuvent prospérer (haies, vergers, zones humides, haies bocagères...). Ce sont des lieux qui intègrent le plus souvent des zones agricoles en permaculture, qui repose sur la diversité des cultures, l'utilisation de compost, et la non-utilisation de pesticides ou produits chimiques. L'écohameau se construit souvent sur des terrains déjà modifiés, tels que

des friches ou des terres agricoles, plutôt que sur des espaces naturels ou des terres agricoles encore vierges. Il existe plusieurs éco-hameaux en France. En Île-de-France, le premier éco-hameau participatif et intergénérationnel rural d'Île-de-France a vu le jour en 2025, à Saint-Cyr-En-Arthies (95) dans le Parc Naturel Régional du Vexin Français. Situé sur une friche, le projet a obtenu un permis en raison de sa faible empreinte au sol. Une gestion sobre de l'eau via des bosquets de pluie, une forte végétalisation et un traitement des eaux usées en phyto-épuration sont prévus sur le site. Si certains les considèrent comme rétrogrades, voire idéalistes et déconnectés des réalités économiques et sociales actuelles, d'autres les perçoivent comme des laboratoires d'expérimentation, créant des modèles d'habiter alternatifs qui répondent aux enjeux écologiques et sociaux contemporains, en mettant l'accent sur l'autonomie, la coopération et le respect de la biodiversité.



Vue aérienne du projet d'habitat partagé à Champ Foulon. © Parc Naturel Régional du Vexin Français.



Plantes grimpantes sur un bâtiment ancien à Besançon. © Aurore Micand

# 3 • L'ARCHITECTURE : BÂTI ET MATÉRIAUX

## VÉGÉTALISER LE BÂTI (TOITURES ET FAÇADES)

### Vers une végétalisation des toitures non standardisée

Les toitures végétalisées sont devenues courantes dans les projets de construction. Elles sont parfois la seule « vitrine » biodiversité d'un projet. Il en existe une très grande variété, en fonction des pays ou des régions, mais sont généralement classées en 3 ou 4 catégories selon la profondeur du substrat ou la végétation installée. Les toitures extensives (entre 0 et 15 cm de profondeur), semi-intensives

(entre 15 et 30 cm) et intensives (au-delà de 30 cm). Une quatrième catégorie dite « Wildroofs » correspond à des toitures non plantées, où pousse une flore spontanée. En France, les toitures extensives sont les plus répandues en raison de leur légèreté, leur facilité d'installation et d'entretien et leur développement à échelle plus industrielle.

Plusieurs travaux de recherche ont confirmé l'intérêt des toitures végétalisées pour la biodiversité et leur capacité à fournir des services écosystémiques (Madre 2014 ; Dusza 2017). En 2019, l'étude Green Roofs Verified Ecosystem Services (GROOVES) menée par l'Agence régionale de la biodiversité en Île-de-



Une toiture végétalisée semi-extensive sur le toit de l'école Rosalind Franklin, réalisée par Chartier-Dalix à Ivry-sur-Seine.  
© Marc Barra

## PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT



**Toiture végétalisée expérimentale dans le Parc Georges Valbon, à la Courneuve, réalisée selon des principes écologiques par le département de Seine-Saint-Denis.**  
© CD93, Laura Albaric

France confirme que ces milieux originaux peuvent servir d'habitats de substitution ou de refuges complémentaires aux autres espaces végétalisés urbains (Barra & Johan, 2021). Ces propriétés sont néanmoins variables selon les systèmes : les toitures extensives abritent une biodiversité moins riche en plantes et en invertébrés que les toitures semi-intensives et intensives qui bénéficient d'un substrat plus profond. Bien que moins diverses en espèces, les toitures extensives et les toitures wildroof, uniquement colonisées par la végétation spontanée, n'en demeurent pas moins intéressantes : elles présentent une composition particulière d'espèces de pelouses sèches sableuses et de plantes d'origine méditerranéenne. Certains paramètres de conception peuvent faire varier la biodiversité, comme la qualité du substrat et sa profondeur, ainsi que la hauteur du bâtiment. Qu'il s'agisse de construction neuve ou de rénovation, chaque toiture végétalisée est unique et peut être pensée de manière à reproduire un écosystème unique qui s'inspire de son environnement local.

### Recommandations pour des toitures favorables à la biodiversité

Tout d'abord, il est intéressant de diversifier les strates de végétation et faire varier les profondeurs de substrat : de 8 à 10 cm minimum pour favoriser la rétention de l'eau et jusqu'à 30 cm pour accroître la richesse floristique. La répartition du substrat peut être optimisée en localisant les épaisseurs les plus importantes sur les zones de forte portance, directement au-dessus des structures porteuses comme les poutres et les poteaux.

Du côté des plantes, il est recommandé de limiter le recours aux systèmes conditionnés à l'avance (caissettes ou tapis pré-cultivés), souvent très uniformes en composition, et privilégier la plantation ou le semi, de variétés locales, (ex. démarche Végétal Local). Dans certains cas, il est même possible de collecter des plantes ou graines sauvages prélevées à proximité du site pour les implanter sur la toiture. Sur les toits, certains aménagements peuvent être favorables à plusieurs espèces, comme les enrochements, le bois mort ou éventuellement un point d'eau (mare). L'entretien doit rester minimaliste, une à deux fois par an, pour contrôler l'étanchéité et l'installation éventuelle de ligneux non désirés. Si la toiture n'est pas cultivée, il n'est pas nécessaire d'arroser (même si la toiture change avec les saisons).

Toutes les astuces permettant de réduire le nombre de composants artificiels (bacs plastiques, géotextiles, filets) ou d'éviter l'utilisation de terres agricoles importées sont les bienvenues, afin de réduire l'empreinte écologique globale de l'ouvrage.

### Des exemples en Île-de-France et ailleurs

Ces nouvelles approches de conception paysagère sont parfaitement illustrées dans plusieurs réalisations emblématiques comme l'école Aimé Césaire à Nantes (dont la toiture a été conçue par l'agence de paysage Phytolab). Le substrat et les végétaux ont été choisis pour reconstituer deux biotopes indigènes : la dune grise et la lande atlantique.

Si quelques végétaux ont été plantés, les suivis post-travaux ont confirmé l'arrivée de nombreuses plantes spontanées tout aussi intéressantes. En Île-de-France, la toiture de l'Arche des Petites Bêtes au Zoo de Thoiry intègre une toiture de 500 m<sup>2</sup> végétalisée à partir des plantes prélevées dans la prairie à proximité. D'autres aménagements comme des petites mares, des tas de bois morts et une variation de la profondeur du substrat la rende unique.



À Nanterre, cette toiture « Wildroof » conçue par Topager n'est pas plantée. Elle accueille une végétation spontanée dont les graines ont été transportées par le vent ou la faune. © Marc Barra



À Nantes, la toiture végétalisée de l'école Aimée Césaire conçue par l'agence de paysage Phytolab est inspirée des milieux dunaires et littoraux. © Phytolab

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



Avant



Avant



Après (juin 2024)



Après (juin 2023)

La ville de Paris a transformé ces toitures gravillonnées en toitures végétalisées favorables à la biodiversité, ici sur le toit des écoles Tourtille et Amandiers. © Ville de Paris



Les toitures biosolaires combinent des panneaux solaires avec de la végétalisation, pour un bénéfice mutuel.  
© Marc Barra

En Seine-Saint-Denis, la toiture végétalisée du Centre Technique du Parc Georges Valbon à La Courneuve (voir photo page 56) a été conçue en diversifiant les profondeurs (6 à 20 cm de pour varier les habitats et répondre à la contrainte de portance) et en plantant 45 espèces de plantes majoritairement locales choisies avec le CBNBP. Ces méthodes, inspirées du génie écologique, s'avèrent adaptées à une diversification du mode de végétalisation des toits en fonction des régions et bassins climatiques.

Au-delà de la construction neuve, la végétalisation des toitures présente un réel intérêt sur les bâtiments existants, notamment pour améliorer l'isolation, mais aussi ajouter des espaces de nature dans les secteurs denses. Ce potentiel sur toitures existantes est immense en Île-de-France : selon une étude de l'APUR (Atelier Parisien d'Urbanisme), Paris comptait à elle seule environ 80 hectares de toitures plates présentant un fort potentiel de végétalisation immédiat (sur un total de 460 hectares de toits plats). Plusieurs projets de transformation de ces toitures plates ont vu le jour ou sont en projets en Île-de-France.

Enfin, il est aussi possible d'aménager des toitures biosolaires, qui combinent des panneaux solaires avec des toits végétalisés (voir photo page 58). Cette association présente des avantages à la fois pour les panneaux, grâce au rafraîchissement apporté par les plantes, augmentant l'efficacité des panneaux solaires. En retour, la présence des panneaux permet de créer des conditions plus variées sur la toiture, avec des zones ombragées et d'autres à la lumière du soleil. Sur le site d'Orly-Rungis, une expérimentation de toitures biosolaires a été engagée fin 2019, impliquant IEES Paris et l'office français de la biodiversité. La thèse porte sur l'étude des services écosystémiques générés par les toitures biosolaires, qui combinent végétalisation et panneaux photovoltaïques. Développé en 2023 par l'Association des Toitures et Façades Végétales (ADIVET), le GreenRoofScore ([www.greenroofscore.fr/](http://www.greenroofscore.fr/)) est un référentiel pour évaluer les performances des toitures végétalisées en termes de services écosystémiques. L'outil est gratuit et accessible en ligne vise à orienter les projets de végétalisation du bâti en fonction des enjeux environnementaux actuels et futurs.

### La végétalisation des façades : priorité aux plantes grimpantes

Les murs et façades représentent des surfaces supplémentaires, et souvent inutilisées, pour accueillir la biodiversité. À l'image des toitures, un grand nombre de systèmes est proposé sur le marché. On distingue généralement les végétalisations

simples (plantes grimpantes) des murs plus complexes et hors-sol (murs végétalisés modulaires), qui nécessitent plusieurs composants (bardage métallique, système d'irrigation intégré, substrat artificiel) et des quantités de ressources importantes (eau, intrants, renouvellement des végétaux). Une étude a montré que l'empreinte écologique des murs de plantes grimpantes était 5 fois inférieure à celle des murs par bardage rapporté (Meral et al., 2018).



**Les murs végétalisés modulaires (comme ici en photo) ont une empreinte écologique souvent élevée (consommation d'eau, d'énergie et de matières). Il n'est pas rare de les observer dans cet état en cas d'avarie du système d'irrigation.** © Marc Barra

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

	Plantes grimpantes ou retombantes		Plantes non grimpantes, ligneuses ou herbacées			
	Systèmes sur paroi (sans support ou direct)	Systèmes à distance (avec support ou indirect)	Murs de soutènement	Végétalisation par « bardages rapportés »		
				Murs bâtis hors soutènement	Systèmes sur nappe continue	Systèmes modulaires (à substrat vertical et systèmes hors sol à substrat horizontal)
<b>Élément de soutien</b>	Bâti.	Bâti ou aucun (système autoportant).	Remblai.	Bâti.	Bâti.	Bâti ou aucun (système autoportant).
<b>Support ou système d'ancrage</b>	Directement sur le parement.	Treillis, filets ou câbles.		Bardage rapporté rugueux (nouveaux systèmes).	Bardage rapporté sous forme d'une nappe unique et absorbante.	Bardage rapporté sous forme de contenants de tailles réduites (pots, panneaux) ou grandes (gouttières, gabions).
<b>Localisation du sol ou du substrat</b>	Au pied du mur.	Jardinières en pied ou à différentes hauteurs du mur.	Derrière le mur.	En surface, ou en profondeur dans le mur.		Dans des contenants de formes variables (pots, jardinières, sacs poreux, gouttières, panneaux, rails, cages métalliques) sur toute la hauteur du mur.
<b>Composition du substrat</b>	Sol en place, substrat organo-minéral rapporté dans jardinière.	Sol en place, substrat organo-minéral rapporté, substrat léger pour jardinières en hauteur.	Organo-minéral.	Substrat organo-minéral rapporté, dépôts atmosphériques et résidus de mortier.	Laine minérale, géotextile.	Substrat organo-minéral léger, organique fibreux (sphaignes, fibre de coco).
<b>Orientation des conteneurs</b>				Verticale (nouveaux systèmes).	Verticale.	Verticale, légèrement incliné ( $\leq 20^\circ$ , incliné $\geq 20^\circ$ ), horizontale.
<b>Intervalle bâti plantes</b>	Aucun.	Étroit (<15 cm) à large (>30 cm).	Aucun.	Aucun.	Aucun.	Étroit (<15 cm) à large (>30 cm).

**Comparaison des types de murs et façades végétalisés.** Source : Clergeau et al. 2018

Une étude réalisée par Bruxelles Environnement en 2022 a mis en évidence les bénéfices des plantes grimpantes pour les bâtiments et leur environnement. Contrairement aux idées reçues, elles protègent les murs car elles empêchent les rayons ultraviolets, la pluie et les polluants atmosphériques d'atteindre directement le mur, ce qui protège les matériaux de l'érosion physique et chimique. Elles contribuent également à l'isolation thermique, en protégeant du froid en hiver et de la chaleur en été.

De plus, les feuilles des plantes grimpantes, comme le lierre, agissent comme des capteurs de particules fines, améliorant ainsi la qualité de l'air en réduisant la pollution atmosphérique. L'installation de plantes grimpantes impose au constructeur de conserver un espace de pleine terre au sol pour qu'elles y prennent racine, cet espace pouvant, dans le même temps, servir pour l'infiltration des eaux pluviales. Les plantes grimpantes sont enfin un refuge et une source de nourriture pour de nombreuses espèces, notamment



Les plantes grimpantes, d'une grande diversité, peuvent s'adapter à tous les supports et les configurations de façades.  
© Marc Barra, Gwendoline Grandin

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

Nom vernaculaire	Accrochage	Exposition	Hauteur	Intérêt pour la biodiversité	Points de vigilance
Chèvrefeuille des bois ( <i>Lonicera periclymenum</i> )	Volubile : support nécessaire.	Soleil Mi-ombre.	4 - 7 m.	Fleurs nectarifères. Parfum attirant. Fruits appréciés par les oiseaux.	Baies toxiques pour l'être humain.
Clématite blanche ou des haies ( <i>Clematis vitalba</i> )	Volubile : support nécessaire.	Soleil mais pied à l'ombre.	20 m et plus.	Fleurs nectarifères. Fournit des abris pour les oiseaux.	Plante luxuriante à maîtriser. Les feuilles sont irritantes. Éviter les espèces <i>Clematis orientalis</i> et <i>terniflora</i> (potentiellement envahissantes).
Houblon commun ( <i>Humulus lupulus</i> )	Nécessite un support solide.	Mi-ombre.	2 - 5 m mais peut grimper au-delà de 10 m.	Fleurs nectarifères intéressantes pour les bourdons, plante hôte des chenilles de certains papillons.	Plutôt grimpante de terrasse. À palisser car les branches sont trop rigides pour s'enrouler d'elles-mêmes autour d'un support. Plante rustique qui supporte le froid.
Lierre commun ( <i>Hedera helix</i> )	Crampons, idéal sur murs en pierres.	Soleil Mi-ombre.	30 m et plus.	Fleurs nectarifères (plante hôte de la colléte du lierre qui en dépend presque exclusivement). Fruits consommés par les oiseaux, abris pour la faune (escargots, insectes, oiseaux).	Racines pouvant chercher l'ombre des fissures. À déconseiller directement sur un mur abîmé. Un support est dans ce cas conseillé. Surveiller gouttières, menuiseries et tuiles.
Rosier des champs ( <i>Rosa arvensis</i> )	Arbuste palissage nécessaire. Idéal sur les murs en pierres rugueux.	Soleil Mi-ombre.	2 m.	Fleurs nectarifères, notamment butinées par certains papillons de nuit.	Les rosiers attirent les pucerons et les fourmis.
Bryone ( <i>Bryonia dioica</i> )	Légèrement volubile. Vrilles autour de supports (haies, branches, grillages, mais aussi aspérités d'un mur).	Soleil / mi-ombre.	1 à 5 m.	Attractive pour les pollinisateurs, elle produit des baies à l'automne/hiver, qui peuvent être une ressource pour les oiseaux.	Toxique pour l'homme, elle peut aussi devenir envahissante sur les bâtiments.

**Quelques plantes locales grimpantes adaptées au contexte francilien.**

les pollinisateurs sauvages. En ce qui concerne les coûts d'installation, une étude récente estime qu'ils s'élèvent en moyenne à 34,80 €/m<sup>2</sup> pour les plantes grimpantes, contre 415,60 €/m<sup>2</sup> en moyenne pour les murs modulaires (Meral et al., 2018).

Les plantes grimpantes offrent une liberté de conception quasi illimitée qui leur permet de s'adapter à tout type de support et de scénarios techniques : elles peuvent s'ancrer directement à la façade (via crampons ou ventouses), coloniser des structures rapportées légères (câbles inox, filins, treillages) ou encore former des rideaux végétaux en retom-

bant depuis des jardinières en toiture. Leur grande diversité permet de choisir l'espèce ou la variété en adéquation avec l'architecture ou l'exposition du bâtiment.

En termes de gestion, il est toutefois essentiel de veiller à l'état des murs, en évitant par exemple les plantes à ventouses sur des façades abîmées ou peintes. Un entretien régulier est recommandé pour éviter que les plantes n'endommagent les structures telles que les gouttières ou les tuiles. Un contrôle autour des portes et fenêtres est également nécessaire.

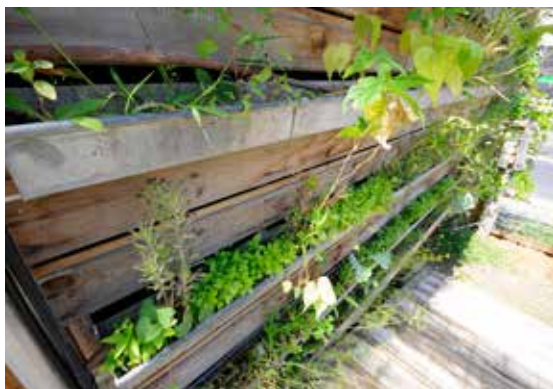
Le lierre grimpant est souvent décrié par les architectes qui lui associent une image de dégradation des façades. Des chercheurs de l'Université d'Oxford ont mené une étude sur l'impact du lierre grimpant (*Hedera helix*) sur la conservation et la détérioration des murs des bâtiments historiques (Viles et al., 2011). Les résultats nuancent l'idée reçue selon laquelle le lierre est systématiquement destructeur pour les bâtiments historiques. Le lierre ne pose aucun problème de dégradation sur des bâtiments intacts, mais s'avère problématique seulement si les murs sont déjà endommagés (fissures déjà existantes) ou quand le lierre cesse de grimper pour s'enraciner véritablement à l'intérieur du mur. D'autres systèmes de végétalisation peuvent être imaginés, en s'inspirant des murs en pierre sèche et autres murs anciens qui présentent naturellement une diversité de plantes spontanées et offrent des gîtes pour la faune dans les anfractuosités et

les joints des pierres. Ces murs ont été étudiés par Plante & Cité dans le cadre du programme MUR-MURE (2021-2024), qui donne des clés pour concevoir et gérer des murs accueillants pour la faune et la flore. Pour les architectes et paysagistes, s'inspirer de ces murs peut s'avérer intéressant, en utilisant des pierres ou des matériaux réemploi (planches, briques) en prévoyant du substrat entre ces éléments ou des cavités dans la structure-même du mur. Ces anfractuosités accueilleront une multitude de plantes adaptées à ces milieux pierreux, comme la Cymbalaire (*Cymbalaria muralis*), la Pariétaire (*Parietaria judaica*), l'Orpin blanc (*Sedum album*), la Valériane rouge (*Centranthus ruber*), la Campanule des murs (*Campanula portenschlagiana*), ou encore le Nombril de Vénus (*Umbilicus rupestris*), parmi d'autres espèces rudérales et pionnières qui colonisent les joints et fissures.



La Vergerette de Karvinski ou Pâquerette des murailles (*Erigeron karvinskianus*) est une des plantes couramment rencontrées sur les murets en pierres sèches. Ici un mur ancien à Saint-Jacques de Compostelle. © Marc Barra

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



En 2023, la thèse de Delphine Lewandowski explore un nouveau type de façades végétalisées, appelés murs « biodiversitaires », qui intègrent une épaisseur continue de substrat organique au sein même de la paroi verticale et visent à accueillir plantes, insectes et oiseaux en surface et au sein de la structure du mur (cavités, substrat intégré, réserves d'eau et de nutriments). La thèse ouvre une perspective nouvelle et intégrée de l'architecture comme « support vivant » plutôt que comme simple enveloppe technique.



Différents types de façades végétalisées franciliennes reflétant les innovations actuelles pour tenter de rendre les bâtiments plus favorables à la biodiversité. © Marc Barra



## ACCUEILLIR LA PETITE FAUNE SUR LE BÂTI

### Des structures adaptées aux besoins des espèces

Si rien ne remplace leurs habitats naturels, il est possible de favoriser la présence de certaines espèces autour, sur ou dans le bâti. Les bâtiments anciens notamment regorgent de recoins, interstices, cavités et autres espaces utilisés par la faune, mais il est aussi possible de les anticiper dans les constructions neuves. Outre les espèces emblématiques comme le Moineau domestique (*Passer domesticus*) ou le Martinet noir (*Apus apus*), nos façades et combles peuvent accueillir des chauves-souris (notamment la Pipistrelle commune) mais aussi des insectes comme les abeilles solitaires dans les joints de mortier. Si cette proximité est parfois perçue sous le prisme de la nuisance (bruit, salissures), elle offre aussi des services écosystémiques (régulation des moustiques, biophilie).

Il est toutefois nécessaire d'anticiper la réglementation thermique qui incite à concevoir des surfaces lisses et homogènes, souvent dépourvues d'anfractuosités ou de supports variés qui permettent à la faune de s'y installer. Plusieurs retours d'expérience récent montrent qu'il est possible de concilier une rénovation thermique avec la prise en compte des oiseaux ou des chauves-souris (voir partie 4).

### Accueillir les oiseaux

Avant même d'envisager l'installation d'un nichoir, le premier réflexe est d'éviter que l'architecture elle-même ne nuise à ces espèces. En ce qui concerne les oiseaux, il est important de limiter les surfaces vitrées ou réfléchissantes qui peuvent occasionner des collisions. En effet, le verre représente un piège mortel car les oiseaux ne perçoivent pas l'obstacle (transparence) ou sont trompés par l'image de leur habitat (réflexion du ciel et des arbres). Ce risque peut être atténué en appliquant un marquage sur la face extérieure du verre (bandes verticales). Les espaces vides entre les motifs ne doivent pas dépasser 10 cm, voire 5 cm pour les petites espèces. Les silhouettes de rapaces isolées sont souvent inefficaces. En réponse à ces enjeux, des industriels ont développé des solutions spécifiques, comme le vitrage Pilkington AviSafe™, qui intègre un revêtement à motif UV réfléchissant visible par les oiseaux mais très discret pour l'œil humain, alliant ainsi esthétique architecturale et protection de la biodiversité. Une autre solution consiste à prévoir de végétaliser les façades vitrées à l'aide de plantes grimpantes sur câbles tendus. Ce système permet par ailleurs d'offrir de l'ombrage en période estivale et de laisser la lumière pénétrer en hiver lorsque les végétaux perdent leurs feuilles.



Infructuosités conservées pour des Martinets noirs dans un bâti ancien à Albi. © Marc Barra

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

Toronto constitue un exemple emblématique à la fois de l'impact des bâtiments vitrés sur les oiseaux et de la force de la mobilisation associative. L'association FLAP Canada (Fatal Light Awareness Program) a joué un rôle décisif en organisant, dès les années 1990, des ramassages massifs d'oiseaux tués au pied des tours, exposant ces « hécatombes » au public et aux décideurs pour rendre le problème visible. Ce travail de plaidoyer a conduit la ville à adopter le « Toronto Green Standard », rendant obligatoire depuis 2010 le respect de normes de conception « Bird-Friendly » (traitement des façades, réduction de la pollution lumineuse) pour toutes les nouvelles constructions d'envergure, une première en Amérique du Nord qui inspire désormais de nombreuses métropoles.

Vient ensuite la possibilité d'installer des nichoirs ou abris artificiels. Si ces aménagements ont indéniablement une fonction pédagogique, ils peuvent être inefficaces s'ils ne s'appuient pas sur une connaissance naturaliste ou sur les préconisations du diagnostic écologique. Il existe un très grand nombre

de modèles de gîtes et de nichoirs, spécifiquement conçus pour répondre aux besoins propres à chaque espèce d'oiseaux ou de chauves-souris. Ces derniers peuvent être installés directement dans la structure du bâtiment, sur les structures annexes (avancées de toit, pylônes, charpentes), ou posés en excroissance sur le bâti. Il est nécessaire de privilégier des matériaux non traités et naturellement résistants. Les architectes pourront se référer à de nombreux guides ou fiches pratiques réalisés par des associations de protection de la nature, qui offrent des détails techniques sur le choix du modèle (morphologie, dimension, type de matériaux) comme sur les modalités d'installation (hauteur, ensoleillement, etc.) et d'entretien.

Dans le cadre d'une démarche participative impliquant les populations locales, il est possible de concevoir les nichoirs et abris soi-même à partir de modèles-type. Certaines communes mettent d'ailleurs en place des programmes visant à distribuer des abris pour la faune. La Ligue de Protection des



**Il existe une grande variété de nichoirs, adaptés à différentes espèces. Ici des nichoirs à mésanges, moineaux et hirondelles.**  
© Marc Barra, Gilles Lecuir

Oiseaux, en partenariat avec la ville de Paris a lancé un programme « Quartiers moineaux », en réponse au déclin massif de l'espèce dans la capitale. Dans différents arrondissements, des nichoirs et des graines y sont distribués aux habitants qui sont également invités à participer au programme de suivi,

tandis que la ville s'engage à réaliser des plantations favorables à cette espèce. En effet, garantir le gîte est important pour certaines espèces mais elles ne pourront se maintenir sans ressource alimentaire à proximité (végétation sur plusieurs strates, présence d'eau ou de boue, ressource alimentaire, etc.).



Nichoir installé dans le cadre du programme « Quartiers moineaux », à Paris et nichoirs à moineaux domestiques intégrables à l'isolation extérieure. © Gilles Lecuir, © LPO



Dimensions extérieures (LxHxP): 33x16,5x15 cm  
Trou d'envol (LxH): 6,5x2,8 cm



Dimensions extérieures (LxHxP): 39x15x14 cm  
Dimensions intérieures (LxHxP): 36x12x11 cm

© LPO Île-de-France

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

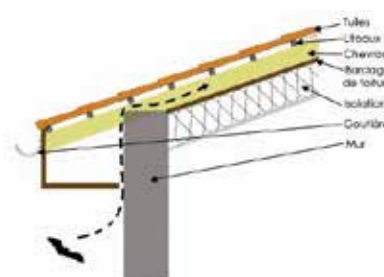
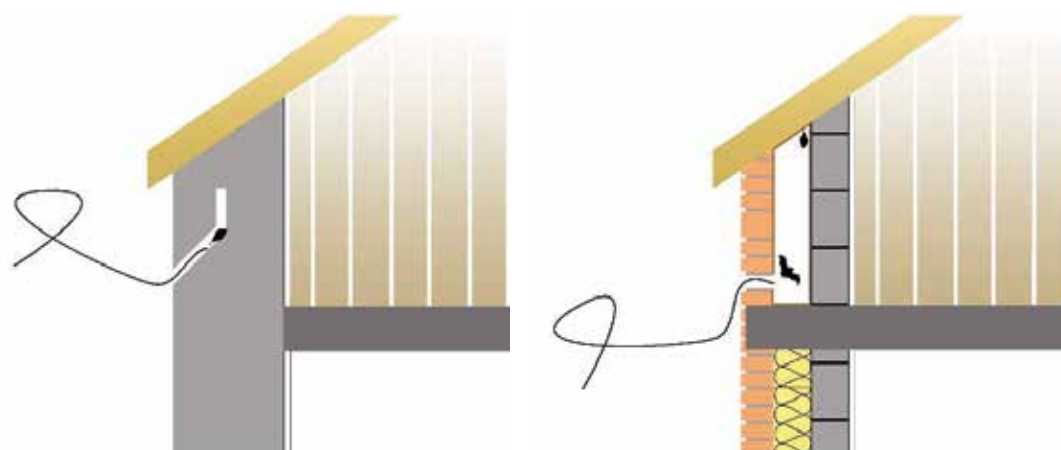
Espèce	Volume intérieur nichoir	Hauteur nichoir	Orientation	Dimension et forme de trou d'envol	Particularités
Martinet noir	40 cm (P.) x 11,5 cm (H.) x 25 cm (L.)	Min. 5 m	Les nichoirs doivent être installés à l'abri des intempéries et à l'abri d'un ensoleillement trop intense. On privilégie les orientations de nord à l'est. D'autres orientations sont possibles si les nichoirs se trouvent à l'ombre d'un auvent ou d'un balcon.	Ovale de 6,7 cm (L.) x 2,9 cm (H.) Si rond = 5 cm Une certaine largeur lui est nécessaire car il rentre en mode rapide.	La plupart des espèces cavernicoles ne génèrent pas vraiment de nuisances liées à leurs fientes. Elles sont généralement très discrètes et disparaissent avec la pluie. Cependant, dans le cas de grosse concentration d'oiseaux, il peut être pertinent d'utiliser un dispositif antislissure.  Les chauves-souris produisent des déjections qui tombent naturellement de leur gîte par gravité. Il faut donc éviter de placer ces gîtes au-dessus d'une fenêtre, d'un balcon, d'une porte d'entrée...  Pour tous les types de nichoir : - éviter de les placer à proximité d'une branche d'arbre ou d'un autre élément horizontal entraînant un risque de prédation par les chats ou les fouines - éviter que les façades avec nichoirs soient éclairés la nuit.
Moineau domestique	Minimum 15 cm (P.) x 10 cm (H.) x 10 cm (L.)	Min. 3 m		Rond de 3,5 cm de diamètre.	
Étourneau sansonnet	18 cm (P.) x 30 cm (H.) x 18 cm (L.)	Min. 3 m		Rond de 4,5 cm.	
Rougequeue noir	12 cm (P.) x 15 cm (H.) x 15 cm (L.)	Min. 5 m		Nichoir semi ouvert (qui présente une entrée large à l'avant du nichoir).	
Mésange bleue	11 cm (P.) x 23 cm (H.) x 11 cm (L.)	Min. 5 m		Rond entre 26 et 28 mm.	
Mésange charbonnière	11 cm (P.) x 23 cm (H.) x 11 cm (L.)	Min. 1,5 m		Rond entre 32 et 34 mm.	
Chauve-souris	7 cm (P.) x 40 cm (H.) x 15 cm (L.)	Min. 5 m		Les gîtes pour chauve-souris peuvent être installés sur toutes les façades (mieux vaut d'ailleurs en placer sur plusieurs orientations différentes afin d'offrir un maximum de choix aux chauves-souris).	

**Recommandations techniques pour l'implantation des nichoirs, par espèce.**

Source : MaisonEcoHuis de la commune de Saint-Gilles en Belgique



Nichoir à Martinets installés sur une façade à Gennevilliers. © Gilles Carcassès



Il est possible d'intégrer des gîtes à chauves-souris dans des constructions neuves, sans compromettre l'enveloppe thermique. Source : CEREMA

### Accueillir les chauves-souris dans le neuf

Bien que l'enjeu majeur de conservation des chiroptères réside dans la rénovation thermique du parc existant (où l'on risque de boucher les accès aux gîtes historiques), la construction neuve offre l'opportunité d'intégrer des habitats sans compromettre l'enveloppe thermique. Dans le neuf, les principaux dispositifs adaptés aux chauves-souris consistent en la pose de gîtes en applique sur les murs ou intégrés à la maçonnerie, tels que les gîtes artificiels encastrés, les aménagements sous bardage, ainsi que les accès en toiture ou en corniche. Les abris encastrés directement dans l'épaisseur de l'isolant (ITE) ou de la maçonnerie constitue la solution la plus pérenne. La pose en applique sur le neuf est possible mais exige l'emploi exclusif de béton de bois pour garantir l'inertie thermique et la durabilité. Elle impose un emplacement stratégique

en hauteur (souvent au-delà de 3 m), orienté au soleil (mais pas dans une zone de surchauffe) et strictement protégé de toute pollution lumineuse directe. Il faut veiller à laisser un couloir d'envol totalement dégagé de végétation ou d'obstacles face au gîte. Pour les aménagements sous bardage, il s'agit de créer des chicanes ou des accès simples en bas ou en haut du bardage pour permettre aux chauves-souris de glisser derrière les planches. Enfin, il est possible de laisser des passages vers des volumes perdus (combles non aménagés) ou de créer des gîtes dans les caissons de toiture. Dans le neuf, cela implique de bien séparer la zone « gîte » (froide et ventilée) de la zone « habitée » (isolée) pour ne pas compromettre l'étanchéité à l'air du bâtiment.

Pour chacune de ces solutions, il conviendra d'être vigilant sur les écrans de sous-toiture synthétiques non tissés qui peuvent devenir des pièges mortels pour les chauves-souris qui s'y accrochent et

meurent d'épuisement, leurs griffes restant prisonnières des fibres (Nowicki, 2018). Il est donc impératif, lors de la création d'accès sous toiture ou en bardage, de prescrire des écrans à surface lisse ou de protéger les zones d'accès avec du bois ou du métal, conformément aux lignes directrices d'Eurobats qui recommandent également l'usage de bois non traité chimiquement pour éviter les intoxications (Eurobats, 2024).

Les suivis réalisés sur plusieurs campagnes montrent que l'efficacité des abris apposés ou intégrés reste très variable et dépendante de facteurs environnementaux stricts. Le succès dépend par ailleurs de la trame écologique environnante. Contrairement aux oiseaux qui peuvent occuper un nichoir dès la première saison, les chiroptères montrent une grande inertie. Il faut souvent plusieurs années avant qu'une colonie ne repère et n'adopte un nouveau gîte (CPEPESC Lorraine, 2019). Les espèces plus exigeantes (Murins, Rhinolophes) restent difficiles à fixer via ces dispositifs de substitution par rapport à la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*). Le CPEPESC Lorraine conclut que la pose de gîtes ne doit être envisagée que comme une mesure compensatoire ou d'accompagnement, la priorité absolue restant la conservation des gîtes existants (combles, fissures naturelles) lors des travaux.

### **Accueillir les insectes : au-delà de l'hôtel à insectes**

Pour les insectes, et spécifiquement les pollinisateurs sauvages comme les abeilles solitaires (osmies, mégachiles), l'architecture peut proposer des solutions plus durables que les simples « hôtels à insectes » posés au sol. Dans la construction neuve, l'intégration de briques nichoirs (blocs de terre cuite ou de bois perforés) directement dans le parement de façade permet de recréer des sites de nidification pour les espèces cavicoles. Ces dispositifs, orientés préférentiellement au sud ou sud-est pour assurer le développement des larves, doivent présenter des diamètres de trous variés (de 2 à 10 mm) pour accueillir une diversité d'espèces.

L'installation de ruches doit faire l'objet d'une vigilance. La présence d'une forte densité d'abeilles domestiques (*Apis mellifera*) peut entraîner des concurrences avec les populations d'insectes pollinisateurs sauvages pour l'accès à la ressource florale.

### **Exemple : le centre de loisir de Mignaloux-Beauvoir**

En 2005, la LPO Vienne a accompagné la conception du centre de loisir de Mignaloux-Beauvoir par l'agence d'architecture Duclos Architectes Associés, avec la collaboration des entreprises de maçonnerie et de charpente, afin d'intégrer des nichoirs à passereaux sur la façade du bâtiment. Une partie des aménagements a été réalisée sur la façade et est à peine perceptible : de simples trous dans le bardage en douglas non traité donnent accès à des nichoirs fabriqués par les adolescents du centre de loisirs puis encastrés dans les creux moulés lors du coffrage en béton. Le diamètre des accès a été pensé pour plusieurs passereaux : mésanges bleue ou charbonnière, moineaux friquet ou domestique. Sous le préau, des entrées pour martinets ont été percées dans les panneaux de bois. À l'ouest, neuf nichoirs réalisés par un bénévole LPO ont été installés. Ornementaux, ces gîtes se veulent aussi opérationnels avec des formes et des entrées variées pour diversifier leur occupation : outre mésanges et moineaux, sont attendus rougequeue noirs ou à front blanc, bergeronnette grise, voire huppe fasciée. Des abris à chauves-souris ont également été aménagés. Entre 2007 et 2021, la LPO Vienne a effectué un suivi de l'occupation de ces aménagements : le taux d'occupation des nichoirs s'est avéré très satisfaisant.



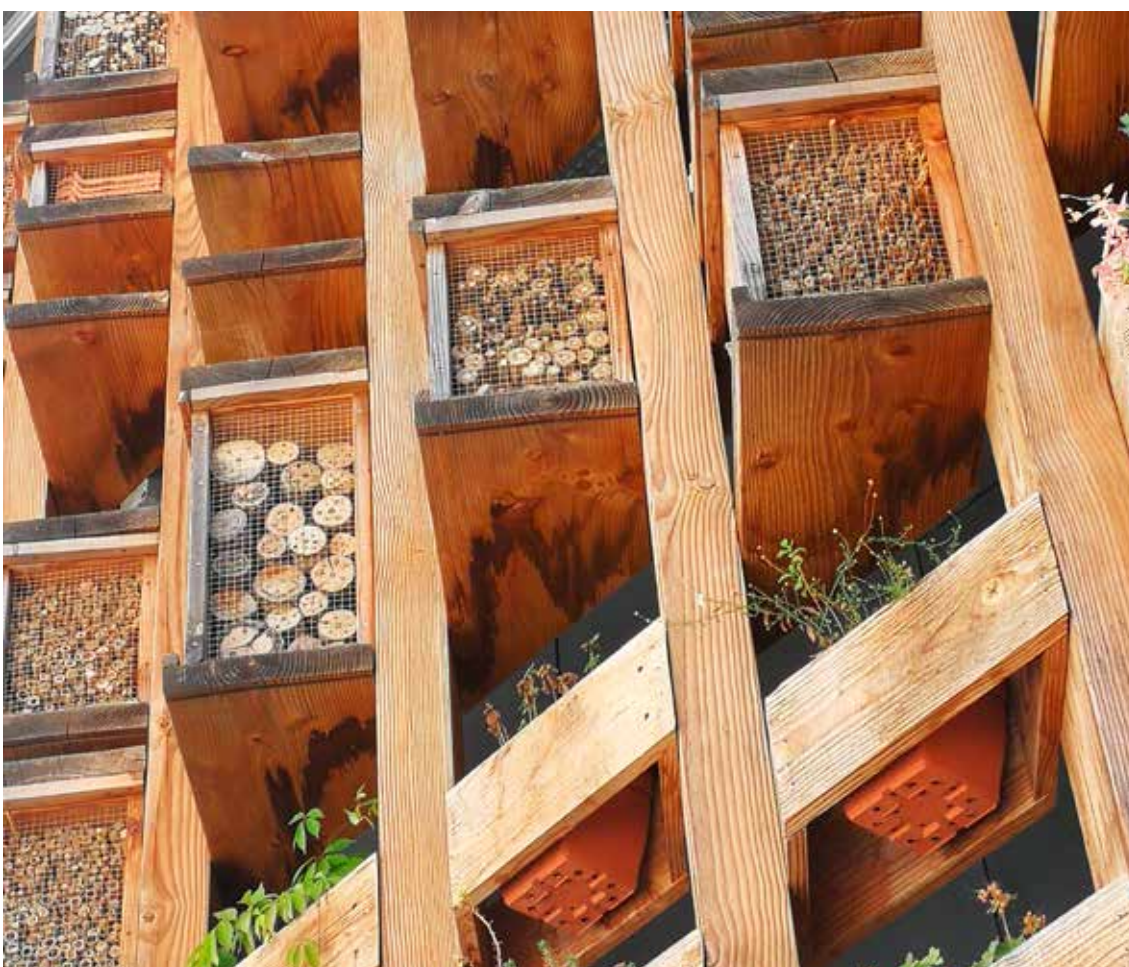
**Nichoirs à martinets intégrés  
dans l'avancée de toit  
à Mignaloux-Beauvoir.**  
© LPO Vienne ►



### Exemple : la Bourdonnerie à Dijon

Inauguré en 2016, la Bourdonnerie est un bâtiment situé au cœur de l'éco-quartier Heudelet 26 à quelques pas du centre-ville de Dijon. Il se distingue par l'une de ses façades conçues comme un « hôtel à insectes » géant de 60 m<sup>2</sup>. Réalisé par le cabinet d'architecte Atelier Calc et deux associations environnementales, Alterre Bourgogne et Réserves naturelles de France, la façade est composée d'une soixantaine de casiers amovibles remplis de sable, tuiles ou bûches percées de trous. Associés à des plantes à fleurs, ces casiers reconstituent des micro-écosystèmes pour attirer de nombreuses espèces d'insectes (guêpes, coccinelles, abeilles sauvages, papillons, coléoptères...). L'association a prévu une analyse génétique des résidus laissés par les insectes sur les casiers afin de suivre la colonisation avec le temps.

**La Bourdonnerie à Dijon et sa façade constituée d'hôtels à insectes pollinisateurs.**  
© Laurent Boiteux



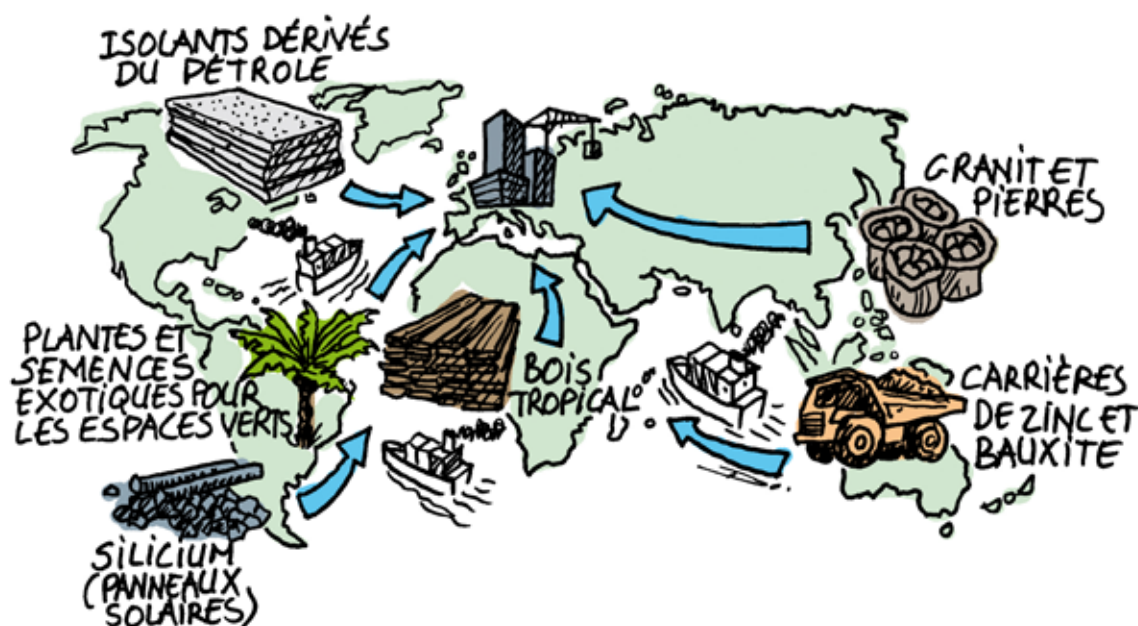


### CHOISIR DES MATÉRIEAUX À FAIBLE IMPACT SUR LA BIODIVERSITÉ

Pour favoriser certaines espèces, il peut s'avérer intéressant d'opter pour des matériaux présentant des caractéristiques particulières comme la pierre, le bois, les fibres végétales creuses. Ils peuvent, selon leur emplacement dans le bâtiment, servir de point d'ancrage pour les végétaux (façades et crépis), de refuges pour la microfaune (abris, nichoirs), ou favoriser la perméabilité des sols (revêtements extérieurs). À la Roche-sur-Yon (85), le Centre Beautour réalisé par l'agence Guinée\*Potin est un exemple d'architecture « organique » et frugale conçue en ossature bois et recouverte d'une toiture en chaume de 35 000 bottes de roseaux. Ces derniers offrent des habitats inattendus pour les pollinisateurs sauvages et jouent ce rôle de matériau biocompatible en permettant l'installation des espèces. Des aménagements extérieurs (mares, bassins filtrants, vallon expérimental, clos des insectes...) ont été également réalisés.

**Certains matériaux peuvent jouer un rôle d'habitat pour la faune, comme les roseaux en toiture, ou encore ce mur en pisé qui offre de nombreux trous où les oiseaux, lézards et insectes trouvent refuge.**  
© Marc Barra, © Voyagesetnature.fr





La biodiversité « grise » correspond à l'empreinte exercée par les matériaux de construction sur la biodiversité, à toutes les étapes de leur cycle de vie. © Boris Transinne, ARB idF

### Limiter l'empreinte des matériaux sur la biodiversité « ex-situ »

Le secteur du bâtiment génère une demande considérable en matériaux de construction, eux-mêmes conçus à partir de matières premières (granulats, acier, sable, bois, etc.). En Île-de-France pour l'année 2015, chaque habitant a consommé en moyenne 2,4 tonnes de matériaux de construction. La région dépend par ailleurs des importations pour plusieurs de ses matériaux (bois, granulats) et délocalise ainsi nombre d'impacts dans des territoires extérieurs. Si le lien avec la biodiversité peut sembler lointain, il est pourtant réel et s'exerce sur l'ensemble du cycle de vie des matériaux : de l'exploitation des matières premières dans leurs milieux naturels, à leur transformation, leur transport et jusqu'à leur fin de vie. Par analogie avec le concept d'« énergie grise », autrement dit l'énergie cachée dans les matériaux de construction, le terme de « biodiversité grise » (ou empreinte biodiversité) est utilisé pour évaluer les impacts d'un matériau sur la biodiversité à diverses étapes de son cycle de vie. Ces impacts sont variables en fonction du type de matériau et des matières premières mobilisées (minérales, biosourcées ou recyclées).

Pour le constructeur, le choix d'un matériau « vertueux » peut s'avérer particulièrement complexe, par manque de transparence et de traçabilité sur l'ensemble de la chaîne de production. Bien que les matériaux biosourcés (paille, lin, bois, chanvre, miscanthus, etc.) représentent une alternative pertinente aux matériaux traditionnels énergivores

(béton, acier), leur mode de production peut aussi avoir des impacts sur les écosystèmes (le bois issu d'une coupe rase en forêt peut s'avérer particulièrement néfaste pour la biodiversité locale).

Peu importe le matériau, le premier principe consiste à privilégier, quand c'est possible, des modes de production plus écologiques (cultures certifiées quand il s'agit de matières agricoles ou issues de la forêt, carrières dont l'exploitation est encadrée en ce qui concerne les granulats). D'autres principes peuvent être respectés et seront d'autant plus intéressants qu'ils sont combinés.

Un principe de localisme et d'architecture vernaculaire : en essayant de privilégier des matériaux produits à proximité, ce qui offre davantage de visibilité sur les conditions de production et d'extraction de ressources et permet de limiter les distances de transport. À Lausanne (Suisse), le bâtiment public administratif Eco46, construit en 2011, a fait le pari d'un approvisionnement exclusivement local, à moins de 100 km du site du projet. La conception s'appuie sur une structure en bottes de paille porteuses issues d'une ferme de la ville de Lausanne, de murs en pisé dont la terre provient de l'excavation du chantier et d'une gravière avoisinante, et en bois exploité dans les forêts lausannoises. Le bâti « vernaculaire », qui se comprend communément comme une architecture conçue en harmonie avec l'environnement d'où elle émerge, a pour principe de privilégier les matériaux et l'usage de techniques traditionnelles.

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



À Lausanne, le bâtiment public administratif Eco46, construit en 2011, a fait le pari d'un approvisionnement exclusivement local, à moins de 100 km du site du projet. © Ville de Lausanne

Si le recours aux matériaux locaux et vernaculaires constitue un levier essentiel de sobriété et de réduction d'impact, il ne peut, à lui seul, répondre à l'ampleur des besoins franciliens en logements neufs. Bien que les filières biosourcées et géosourcées franciliennes soient en croissance (notamment le chanvre avec plus de 2 000 ha cultivés), elles ne suffisent pas encore à absorber l'ensemble de la demande en logements. L'enjeu régional réside donc moins dans la disponibilité brute des matériaux que dans la capacité à industrialiser, massifier et fiabiliser ces filières pour qu'elles puissent accompagner la production élevée requise dans un contexte foncier extrêmement tendu.

Plusieurs initiatives ont été mises en place récemment pour recenser et cartographier les gisements de matériaux locaux. En Île-de-France, plusieurs structures publiques ou privées proposent le réemploi de matériaux issus de la déconstruction, bien que les problèmes techniques persistent. Le secteur du BTP travaille ainsi depuis plusieurs années à rendre ses flux de matières circulaires. Cependant, les granulats issus du recyclage sont utilisés pour des usages très majoritairement inadaptés à leur qualité, bien que les normes en vigueur autorisent leur incorporation jusqu'à 30 % dans la composition du béton. Malgré cette disposition, ils sont majoritairement utilisés en sous-couches routières (Vialleix, 2020).

En ce qui concerne les matériaux biosourcés, tels que le bois, la paille, le chanvre, ou le lin, il est important de connaître le mode de production ou d'exploitation de la ressource (la forêt, la parcelle agricole par exemple). Des pratiques comme la monoculture ou l'exploitation de forêts non durables peuvent avoir des effets négatifs, en appauvrissant la biodiversité et en contribuant à la déforestation.

Le Mouvement pour une Frugalité heureuse et créative a créé une cartographie nationale des ressources locales via une plateforme en ligne. Cette plateforme recense les producteurs de matières premières, les fabricants et les entreprises proposant des solutions constructives basées sur des matériaux biosourcés (bois, paille, chanvre, etc.), géosourcés (terre crue et pierre) ou issus du réemploi. Elle comprend aussi les associations et les structures d'intérêt collectif représentant les filières ainsi que quelques bâtiments inspirants. Cet outil collaboratif, mis à la disposition de tous, est amené à évoluer et à s'enrichir grâce à la participation de chacun.

Un principe de « mix matériauïque » et de sobriété : afin de limiter le recours à un seul type de ressource, il est intéressant de s'appuyer sur une logique de

diversification des matériaux, à l'échelle d'un projet, d'une ville ou d'une région entière, en privilégiant à la fois les filières de réemploi (granulats recyclés, acier, verre, etc.) quand c'est possible, les filières de matériaux biosourcés issus de l'agriculture biologique ou agroécologique et les filières de matériaux géo-sourcés (terre, pierre) si elles sont disponibles localement.

Le principe de sobriété peut permettre de limiter le besoin en matières premières et donc l'impact sur l'extraction de ressources. Les démarches dites frugales ou low-tech s'appuient sur ce principe. En évitant l'usage de matériaux trop complexes (matériaux composites difficilement recyclables) et en privilégiant les matériaux naturels peu transformés, éco-conçus qui seront démontables, valorisables ou compostables en fin de vie. Cela concerne aussi bien les matériaux nécessaires au gros œuvre que ceux utilisés pour le second œuvre et la finition (peintures, crépis, mobilier, etc.) qui existent à base végétale. D'une manière générale, un objectif de sobriété architecturale doit être recherché, en minimisant les quantités utilisées. Le réemploi de matériaux issus de la déconstruction sur le site ou de plateformes de recyclage à proximité permet également d'éviter l'extraction de nouvelles ressources. Le manifeste pour une frugalité heureuse & créative, rédigé conjointement par Dominique Gauzin-Müller (architecte-chercheur), Alain Bornarel (ingénieur) et Philippe Madec (architecte et urbaniste), réunit de nombreux acteurs séduits par des approches frugales et low tech de l'architecture et travaille au développement de filières et de savoir-faire locaux sobres à l'échelle des territoires. Il est rare que tous les matériaux, notamment les équipements électriques ou nécessitant des procédés industriels plus avancés, puissent être low-tech et locaux, du fait de leurs exigences techniques. Il s'agit bien de faire des compromis.

Des initiatives territoriales comme celles documentées par Ekopolis et Bellastock démontrent par ailleurs que des collectivités réemploient déjà des bois de structure ou des menuiseries pour fabriquer du mobilier urbain ou des aménagements extérieurs, grâce à des filières organisées (Interreg FCRBE, Woodpark à Bruxelles). Cette logique de réemploi local réduit les transports, s'inscrit dans une économie circulaire du paysage, et permet de valoriser l'identité matérielle du territoire.

Un principe de réversibilité : enfin, il est nécessaire d'anticiper la déconstruction et la fin de vie des bâtiments afin de limiter la quantité et les impacts des déchets du BTP, dans une démarche d'économie cir-

culaire. En Europe, plusieurs projets de bâtiments entièrement réversibles et biosourcés ont été réalisés ces dernières années. La mono-fonctionnalité des bâtiments conduit souvent à leur destruction lorsque les usages du site sont appelés à évoluer. Les maîtres d'ouvrage devront indiquer comment la conception des nouveaux bâtiments visera à éviter leur déconstruction lors d'un changement d'usage, ou du besoin d'évolution (par exemple évolution de la demande de logements par scindement de grands appartements). Pour que les bâtiments puissent connaître plusieurs « vies », il convient d'examiner leur potentiel d'évolution et leur adaptabilité, sans recourir à des travaux lourds, en prenant en compte les évolutions climatiques (notamment le réchauffement par des dispositions en multi-exposition et traversants) et programmatiques (exemple : transformation/restructuration des logements ou besoin de recherche d'une multi-fonctionnalité sur le site du projet), par exemple en privilégiant les constructions en poteaux et poutres plutôt qu'en voile béton. Pour les futures constructions, il serait intéressant d'indiquer, d'une part leur capacité d'adaptation aux exigences climatiques et énergétiques à venir, et d'autre part leur capacité à évoluer au gré des changements d'usage. L'évaluation environnementale devrait examiner le potentiel de transformation de bâtiments existants et préciser les dispositions retenues pour les bâtiments à construire en vue de favoriser cette réutilisation et la réversibilité des usages.

**Exemple : la démarche de Rosny-sous-Bois envers les biosourcés et l'architecture dite « régénérative »**

La ville de Rosny-sous-Bois, portée par sa Direction Recherche et Innovation a opéré un changement de paradigme en passant d'une construction conventionnelle à une architecture dite « régénérative ». Cette approche s'appuie notamment sur le recours à des filières franciliennes locales et biosourcées. Pour plusieurs de ses réalisations, de la paille provenant de cultures franciliennes sans intrants chimiques a été utilisée. La ville privilégie également le bois francilien (majoritairement des feuillus comme le châtaignier ou le peuplier) issu de forêts gérées durablement. Par ailleurs, la ville mise sur le low-tech et des technologies de basse complexité qui autonomisent l'utilisateur tels que la ventilation naturelle avec récupération de chaleur contrôlée manuellement. Les matériaux sont peu transformés, limitant au maximum l'utilisation de produits pétrochimiques. L'usage d'une scierie mobile directement sur site permet de transformer la ressource sans transport inutile. D'autres expérimentations ont été effectuées par la ville dans les différents bâtiments.

Le Centre de loisirs Jacques Chirac (2018-2020) est une référence pour son utilisation de la paille porteuse sur deux niveaux, une prouesse technique qui permet une économie considérable de bois. Il utilise également une structure de poteaux-poutres treillis multi-essences (sapin et peuplier). Le Groupe scolaire Simone Veil (2019-2021) a servi de support d'expérimentation pour une filière bois locale éthique, utilisant la paille en isolant préfabriqué. L'école maternelle des Boutours, à Rosny-sous-Bois (93), a été conçue dans une démarche systémique, à la fois radicale et réaliste. Installée à la place d'un ancien parking, cette école passive a fait le pari du low-tech et du recours à des technologies de basse complexité ne nécessitant pas l'utilisation de terres rares. Hormis l'ascenseur et une poutre d'acier, tous les matériaux (bois, paille, terre, lino, peinture naturelle à base de colza biologique local, fibres de bois compressées, etc.) sont biosourcés. Autour du bâtiment, l'aménagement paysager conserve au maximum les arbres présents et intègre de nouveaux arbres fruitiers. Une grande terrasse végétalisée d'une trentaine de cm de profondeur a été créée avec des espaces sauvages et d'autres accueillant un potager cultivé par les enfants. L'eau de pluie est gérée sur place, infiltrée dans la cour et les surfaces végétalisées. L'immeuble a été pensé en fonction des enfants qui allaient y vivre et y grandir, et s'est appuyé sur la participation citoyenne (réalisation de mosaïques et plantations, suivi du potager, conception de nichoirs avec l'aide de la LPO). Une mare pédagogique se trouve au pied de l'école et a accueilli une nichée de canards sauvages. Après l'école maternelle, une deuxième école élémentaire ainsi que le nouveau centre de loisir Félix-Eboué ont été conçus sur le même principe. L'école a par ailleurs reçu en octobre 2017 le niveau Or de la démarche « Bâtiment Durable Francilien » par Ekopolis pour sa phase conception avec une note de 91/100.

L'innovation à Rosny-sous-Bois est aussi sociale. La ville organise des chantiers participatifs pour impliquer les habitants et les futurs usagers, notamment pour la fabrication de briques de terre crue (adobes) ou la réalisation de bardages en bois brûlé. Cette pédagogie vise à former les « éco-citoyens de demain » en rendant visibles les processus de construction durable.



Pour plusieurs de ses réalisations, la ville de Rosny-sous-Bois construit avec des matériaux biosourcés issus de filières franciliennes locales. © Yves Robert



Bottes de paille porteuse pour la construction de l'école des Boutours à Rosny-sous-Bois (93). © Ville de Rosny-sous-Bois

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



Intégrer les habitants dans les choix liés à la nature de proximité. © Gabrielle Huart

# 4 • CHANTIER, EXPLOITATION ET USAGES

## LIMITER LES IMPACTS DU CHANTIER

Le chantier constitue une étape sensible pouvant impacter durablement les sols, les habitats et les espèces présentes sur la parcelle. Lorsqu'un diagnostic écologique a été bien réalisé en amont, des mesures sont généralement proposées dans les domaines suivants :

### Planification et zonage préventif

Il est nécessaire d'adapter le calendrier des travaux à celui des espèces afin d'éviter les périodes critiques (nidification, reproduction ou floraison). Cette période varie selon les groupes d'espèces (voir

tableau ci-dessous) mais s'étale généralement de mi-octobre à fin-février. Le chantier doit être strictement délimité par un zonage matérialisé sur le terrain (balisage, clôtures) distinguant les zones de travail et les zones d'exclusion écologique. Un plan de circulation doit être établi pour concentrer le flux des engins et éviter le compactage irréversible des sols destinés aux futurs espaces végétalisés ou aux zones d'infiltration des eaux pluviales.

La réussite du zonage préventif passe par la mise en place d'une signalétique claire sur les zones sensibles. Des panneaux de signalisation (zone humide ou boisée sensible, zone calme, etc.) peuvent être

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
												Chiroptères (hibernation)
												Chiroptères (reproduction)
												Mammifères non volants
												Oiseaux nicheurs
												Reptiles
												Amphibiens
												Insectes
												Flore

■ Période la moins sensible pour réaliser les travaux
 ■ Période la plus sensible pour réaliser les travaux
 ■ Période de vigilance



Un exemple de calendrier pour phaser les travaux afin de limiter l'impact sur la biodiversité lors du chantier et des panneaux de signalisation.

## PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT

installés sur le site. Par ailleurs, la sensibilisation des équipes est nécessaire pour que les agents de chantier puissent reconnaître les éléments naturels importants (zones humides, espèces protégées) et appliquer les bonnes pratiques. Une procédure doit être prévue pour savoir réagir en cas de rencontre avec une espèce protégée en cours de travaux. Un référent « biodiversité » peut être désigné au sein du chantier.

Un chantier produit de nombreuses nuisances qui peuvent affecter la faune et la flore. Les mesures de réduction de ces nuisances concernent notamment la pollution via la gestion des rejets. À ce titre, l'installation de bassins de décantation pour les eaux de ruissellement chargées en sédiments et la présence de kits anti-pollution pour les hydrocarbures (huiles, solvants) est nécessaire. Les nuisances lumineuses peuvent également être réduites en orientant les éclairages vers le sol et en les éteignant hors des heures d'activité pour ne pas perturber les chiroptères ou insectes nocturnes (Guide FFB, 2024).

### Protection des arbres et des sols

Pour les arbres présents sur la parcelle, il est impératif d'installer des barrières physiques (grilles, ganivelles) *a minima* sur un diamètre correspondant à celui du houppier, afin de préserver le système racinaire. Aucun tassement, remblai, décapage ou stockage ne doit avoir lieu dans ce périmètre, et les réseaux souterrains doivent passer à plus de 2 mètres des troncs (Paillat, 2013). En ce qui concerne les massifs arbustifs et haies, le maintien d'une bande tampon non circulée est recommandé, avec interdiction de taille sévère hors période adaptée et vigilance accrue en saison de nidification. Lorsque des travaux en proximité sont indispensables, des techniques spécifiques doivent être privilégiées (terrassment manuel, forage



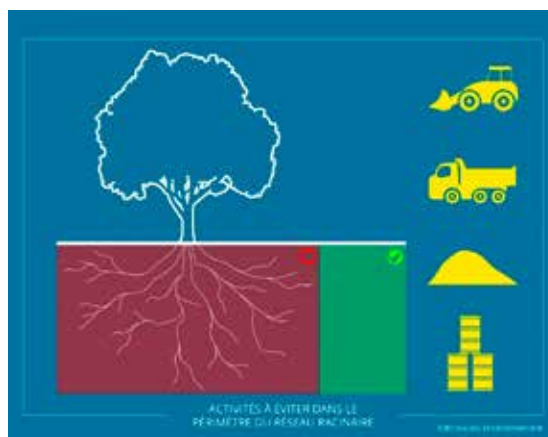
Mise en place de barrières de protection autour des arbres, selon un périmètre élargit permettant de préserver le réseau racinaire. © Gilles Lecuir

dirigé, pontage de racines). Les arbres isolés exposés aux chocs mécaniques doivent être protégés par des gaines ou platelages non blessants autour du tronc. Enfin, un suivi régulier par un écologue ou un arboriste pendant le chantier permet d'ajuster les mesures, d'identifier d'éventuels signes de stress (dépérissement, blessures) et d'assurer, si nécessaire, des interventions correctives.

Les zones de pleine terre qui deviendront des espaces végétalisés ou non bâties devront être balisées pour les protéger de tout impact (circulation, tassement, dépôts de gravats) lors des travaux. Il peut s'avérer utile d'adapter le plan de circulation des engins de chantier en limitant au maximum le tassement dans ces zones.



La protection des arbres nécessite un périmètre élargi (équivalent au périmètre du houppier) afin de préserver le réseau racinaire. © Brussels Environnement



### Gestion des terres excavées

La gestion des terres excavées constitue aujourd'hui un enjeu critique pour l'aménagement, particulièrement en Île-de-France où les chantiers génèrent plusieurs dizaines de millions de tonnes de déblais chaque année. En Île-de-France, selon l'ORDIF, les déchets de chantiers sont estimés à 30 millions de tonnes et sont principalement constitués de déchets inertes (terres excavées, bétons et gravats). Si une partie d'entre eux est recyclée, les terres excavées finissent le plus souvent en décharge ou en comblement de carrières. Une très faible quantité des ces terres peut être recyclée en matériaux routiers (terres chaulées), soit en matériaux de construction comme les briques de terre, soit en terres végétales. (Bastin, 2023). Environ 4 millions de tonnes sont réemployées dans d'autres chantiers, dans des projets d'aménagement tels que des remblais servant de support pour des golfs, des merlons acoustiques ou des parcs, par exemple, ou partent dans des décharges illégales (L'Institut Paris Region et Ordif, 2019).

À l'échelle de l'opération d'aménagement, il apparaît essentiel de s'intéresser aux terres excavées, non seulement pour en limiter la production, mais aussi pour favoriser leur recyclage *in situ* ou dans des filières spécialisées (production de terres fertiles, de matériaux en terre crue ou la réutilisation dans des

projets de paysage, d'agriculture ou de renaturation à proximité). Réduire les terres excavées en conservant les sols en place permet également de réduire la pression sur la demande en « terre végétale », issue du décapage des terres agricoles. En effet, la terre végétale correspond à l'horizon de labour (environ 30 cm d'épaisseur) d'anciennes parcelles cultivées destinées à être urbanisées. Le problème aujourd'hui réside dans la surexploitation de cette terre estimée à 3 millions de m<sup>3</sup> annuel moyen sur tout le territoire français, soit un décapage annuel de 1 000 ha de terres agricoles (Vidal Beaudet et al., 2020).

En Île-de-France, l'expérimentation « Cycle Terre », initiée à Sevran en 2018, a démontré qu'il est possible de réutiliser les déblais de terre de chantiers comme ressource principale pour la fabrication de matériaux écologiques en terre crue. Des déblais ont été transformés en matériaux de construction en terre crue tels que des blocs de terre comprimée, des enduits ou des panneaux d'argile. L'intérêt pour les aménageurs est double : d'une part, diminuer significativement l'empreinte carbone du projet en réduisant l'évacuation vers les centres de stockage et les importations de matériaux conventionnels ; d'autre part, ouvrir une filière locale de production de matériaux géosourcés, favorisant les circuits courts et la revalorisation *in situ* des sols de chantier.



La terre dite « végétale », issue de terres agricoles décapées, peut-être remplacée par des substrats de réemploi ou des technosols. © Marc Barra

## PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT

D'autres initiatives proposent une valorisation locale des terres excavées en terre végétale recyclée prête à l'emploi, produite directement sur le chantier ou en plateforme proche. C'est le défi entrepris par l'entreprise Terre Utile qui propose d'installer un espace de production de substrat fertile directement sur les chantiers. L'entreprise effectue des analyses agro-pédologiques des terres excavées disponibles afin d'en déterminer le potentiel agronomique et produise de la terre végétale recyclée directement sur place pour réutilisation sur le site ou revente sur le marché pour d'autres projets.

Dans la même veine, « Faiseurs de Terres », une entreprise née de la rencontre des valeurs et expertises complémentaires de l'association Halage, Néo-Eco et TOPAGER, s'inscrit dans une démarche d'économie circulaire pour produire des substrats fertiles issus de produits recyclés (terre, granulats concassés provenant de chantiers, végétaux issus de biodéchets urbains) constituant un support pour les projets de végétalisation et éviter ainsi l'importation de terres végétales. Installée sur le site de Lil'Ô, en Seine-Saint-Denis, cette initiative permet par ailleurs la renaturation d'un ancien terrain industriel de 3,6 ha transformé en laboratoire d'écologie urbaine et d'insertion, et essaime dans toute l'Île-de-France à travers de nombreux projets de végétalisation du milieu urbain.

Au-delà des projets isolés, plusieurs démarches émergent pour mettre en circularité les terres exca-



**Cloison enduite en terre crue issue de déblais de chantiers d'Île-de-France (murs et doublages en briques de Terre crue extrudée), groupe scolaire Thomas Pesquet à Villepreux. © Paul-Emmanuel Loiret**

vées en sols fertiles, soit pour végétalisation directe sur site, soit pour réaménager des espaces végétalisés publics. Pour les aménageurs, ce type de démarche permet de réduire les besoins en terre végétale tout en créant des opportunités d'emploi et de formation dans les métiers du réemploi des matériaux.

Dès le diagnostic écologique, il est nécessaire de bien connaître les sols en place sur la parcelle afin de maximiser leur préservation lorsque cela est possible, ou leur réemploi *in situ* par un décapage soigneux et un stockage temporaire sur site.



**La renaturation du chemin de Halage (à Lil'ô) par la mise en place des substrats fertiles et de mélange terre pierre produit localement à partir de produits recyclés (terre inerte, compost de déchets verts, granulats de pierre).**  
© Association Halage



**Sur ce terrain pré-ensemencé et végétalisé à Besançon, le constructeur devra s'adapter à la végétation en place, et non l'inverse.** © Camille Savage

Cette étape implique de distinguer la terre dite végétale des horizons minéraux ou des remblais, et d'anticiper des zones de stockage adaptées sur le chantier afin d'éviter le tassement ou la perte de matière organique.

Lorsque les sols en place sont fortement dégradés, compactés ou pauvres en matière organique, leur réhabilitation peut s'appuyer sur des techniques de génie écologique. Celles-ci reposent notamment sur la reconstruction fonctionnelle du sol par assemblage de matériaux : déblais minéraux inertes triés, apports de matières organiques locales (composts, broyats de déchets verts), structuration en horizons différenciés, et inoculation biologique favorisant l'installation de la faune du sol (micro-organismes, lombrics). Des pratiques complémentaires, comme le décompactage mécanique raisonné, la couverture permanente des sols par des paillages ou des couverts végétaux, et l'implantation de plantes pionnières ou fixatrices d'azote, contribuent à accélérer les processus de structuration et de fertilisation. Des programmes de recherche ont permis de formaliser ces approches et de démontrer qu'il est possible de recréer des sols capables de remplir des fonctions agronomiques, écologiques et paysagères (Siterre, 2018). Si la reconstitution complète d'un sol fertile nécessite généralement une dizaine d'années, certains usages (végétalisation, prairies, plantations arbustives) peuvent être envisagés à plus court terme lorsque les conditions de conception et de gestion sont réunies.

#### **Exemple : expérimentation de pré-ensemencement sur un foncier constructible à Besançon**

Dans le quartier Grette - Brûlard - Polygone, à Besançon, un ensemble de barres HLM a été détruit afin de laisser la place à un projet de 450 logements sur 3-4 étages. Sur la parcelle, un préverdissement du terrain est réalisé 10 ans avant la construction. Le constructeur devra s'adapter à la végétation en place, et non l'inverse. Son bâti aura l'obligation de s'inscrire dans un milieu déjà végétalisé, en tenant compte du paysage existant et de la biodiversité qui se sera installée. De même, les réseaux seront prévus ou déviés en fonction du plan de plantation. Après dépollution (plomb et amiante) et tri et exportation des cloisons, ouvrants et isolants, tous les gravats de démolition ont été laissés sur place, concassés et tassés afin de recréer un modelé du terrain en rapport avec la jonction collinaire. La grave a été mélangée à de la terre inerte au niveau des futures habitations et ensemencée. La strate herbacée (trèfles et annuelles) et une haie champêtre sont plantées directement sur le technosol (30 cm de hauteur,  $\frac{1}{3}$  argile,  $\frac{1}{3}$  déblais,  $\frac{1}{3}$  compost). La commune ajoute certains de ses déchets verts pour enrichir le sol, afin que la vie du sol s'active progressivement (7 années nécessaires). Il n'y a pas de sol laissé à nu sur la parcelle. Les arbres plantés bénéficient eux d'une fosse de plantation suffisamment large et profonde, avec de la terre.

### **Cas des espèces exotiques envahissantes sur chantier**

La lutte contre les espèces envahissantes (Renouée du Japon, Ambrosie, etc.) repose avant tout sur la non-dissémination et un principe de précaution et d'hygiène stricte du chantier. Les mesures généralement recommandées concernent le nettoyage systématique des roues et chenilles des engins avant toute sortie du chantier, pour éviter le transport de rhizomes ou de graines vers des zones saines (UPGE, 2025). Les terres excavées contenant des espèces à caractère envahissant ne doivent jamais être mélangées aux terres saines ni réutilisées en remblai ailleurs sur le site. Elles doivent être isolées, bâchées et évacuées vers des filières de traitement spécialisées (incinération ou enfouissement technique).

À noter toutefois que les chantiers créent par nature des sols nus et remaniés (milieux pionniers), qui constituent la niche écologique idéale pour des plantes pionnières ou opportunistes (Arbre à papillons, Robinier faux-acacia, Renouée du Japon, etc.). Lutter chimiquement ou mécaniquement sans traiter la cause est souvent vain et coûteux. Dans certains cas, le contrôle des invasives peut s'effectuer par le biais de techniques de génie végétal (Domanget, 2019). Ces approches s'appuient sur les mécanismes compétitifs et les fonctions biologiques des plantes indigènes pour réduire la dominance des espèces invasives comme les renouées asiatiques, plutôt que de recourir immédiatement à des techniques mécaniques lourdes ou à des traitements chimiques. Des espèces à croissance rapide ou formant un couvert fermé (par exemple des saules) sont les plus indiquées. L'état de l'art de ces méthodes

souligne l'importance d'intégrer ces actions dès la phase de conception du chantier.

Parallèlement, le pâturage par des chèvres constitue une technique alternative non chimique pour affaiblir les massifs de renouée du Japon en chantiers ou espaces en friche. Des expérimentations menées en France montrent que les chèvres, en particulier des races rustiques bien adaptées aux terrains accidentés, sont très friandes des feuilles et pousses de renouée, et leur pâturage répété peut épuiser progressivement la plante (Cerema, 2016). Outre cette pression de broutage, d'autres retours d'expériences soulignent que la digestion des graines et fragments ingérés par les chèvres réduit la viabilité des propagules, ce qui diminue le risque de dissémination par les animaux eux-mêmes, contrairement à certaines techniques mécaniques qui peuvent fragmenter et disperser la renouée.

Sur les chantiers de longue durée (supérieurs à six mois), notamment entre les phases de déconstruction et de reconstruction, il est recommandé de ne pas laisser un sol à nu et mettre en œuvre une végétalisation temporaire préventive. Cette technique vise à éviter la colonisation des sols nus et des stocks de terres par des espèces problématiques à moyen terme (espèces protégées, espèces exotiques envahissantes ou rudérales), dont la présence peut engendrer des contraintes juridiques, techniques et financières (demandes de dérogation, dispositifs de protection, actions de gestion ou de lutte). En revanche, la colonisation spontanée peut être pertinente sur certaines zones du chantier volontairement préservées, à condition qu'elle soit temporaire ou compatible avec le projet final.



**Gestion non chimique, par compétition végétale, de la Renouée du Japon à Besançon. © Gilles Lecuir**

## IMPLIQUER LES HABITANTS SUR LES CHOIX LIÉS À LA NATURE DE PROXIMITÉ

Les espaces de nature remplissent des fonctions multiples au sein des quartiers habités : une fonction sociale (détente, bien-être, santé), paysagère (embellissement du cadre urbain) et écologique (rafraîchissement, gestion de l'eau, biodiversité). En Île-de-France, l'offre de proximité demeure insuffisante pour les habitants bien que des efforts non négligeables de création d'espaces verts aient été menés. Lors de la création du Plan vert en 2017, 935 communes franciliennes étaient considérées comme carencées et 57 (53 communes et 4 arrondissements parisiens) comme très carencées. Alors que la densification est actuellement encouragée, il est primordial de ne pas renforcer cette carence et même de la résorber en prévoyant des taux d'espaces végétalisés suffisants et accessibles aux habitants.

### Intégrer les usages et attentes des habitants dans les choix d'aménagement

À l'issue du diagnostic écologique et sociologique, les enseignements issus des enquêtes usagers, des entretiens qualitatifs et de la cartographie participative (comme celle des sociotopes) constituent un socle opérationnel pour orienter les choix d'aménagement. Les attentes exprimées par les habitants sont traduites en principes de projet concrets : localisation et hiérarchisation des usages liés aux espaces végétalisés, arbitrages entre espaces de nature préservée (zones de libre évolution) et espaces de nature vécue (espaces cultivés, aires de jeux, etc.). Des at-



Sensibilisation au protocole PROPAGE à Lille.  
© Gilles Lecuir

liers de co-conception en amont peuvent également permettre d'affiner le choix des typologies d'espaces végétalisés, la gestion des cheminements, l'intégration des usages quotidiens ou la prise en compte des contraintes d'entretien. La participation des habitants, des associations et des gestionnaires contribue à sécuriser les choix de conception et à anticiper les conditions de fonctionnement futur des espaces. La mise en œuvre du projet peut intégrer des dispositifs pédagogiques, notamment à destination des enfants et des établissements scolaires, afin d'accompagner l'appropriation des espaces végétalisés. Ateliers nature, chantiers participatifs ou dispositifs de suivi de la biodiversité contribuent à inscrire le projet dans une dynamique éducative et intergénérationnelle. La traduction opérationnelle de la démarche participative peut être formalisée par une charte d'engagement des habitants qui prévoit les principes d'usage, de respect et, éventuellement,



Gestion différenciée et écologique vont généralement de pair et sont aujourd'hui largement mises en œuvre dans les collectivités françaises. © Jonathan Flandin

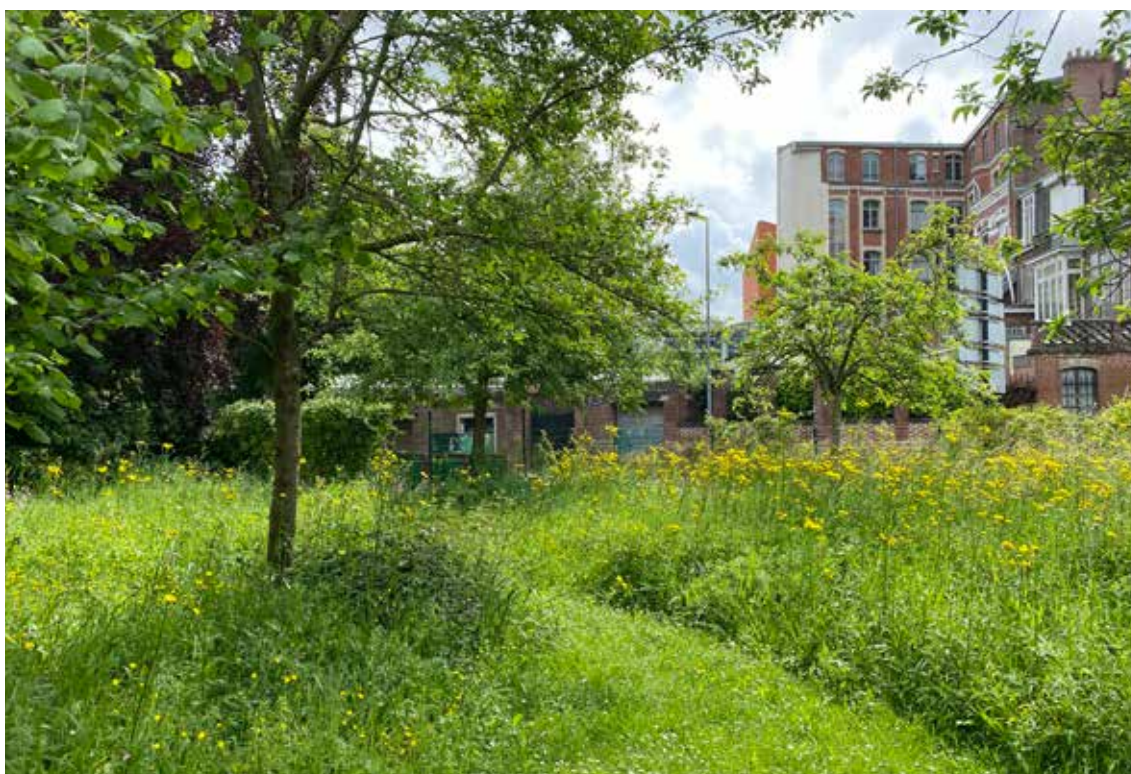
de participation à la gestion des espaces végétalisés. L'application concrète de la démarche des sociotopes peut également intervenir à cette étape, si ce volet a été traité lors du diagnostic écologique. Il s'agira de traduire les enseignements du diagnostic d'usages en choix spatiaux : lieux de rencontre, de calme, de jeux, de nature vécue, de parcours quotidiens, d'activités collectives ou de retrait. Les résultats des sociotopes orientent la localisation, la taille et la qualité des espaces végétalisés, en veillant à leur accessibilité, leur lisibilité et leur complémentarité à l'échelle du quartier. Cette approche permet de concevoir des espaces intermédiaires (cœurs d'îlots, jardins partagés, cheminements plantés, toitures végétalisées, franges paysagères) non comme de simples surfaces résiduelles, mais comme des supports d'usages identifiés et attendus. Les sociotopes contribuent également à anticiper la gestion future des espaces, en limitant les aménagements peu appropriables et en renforçant l'appropriation collective de la nature de proximité comme bien commun du quartier.

**Gestion écologique dans une résidence à Lille.  
La prairie n'est tondue que dans les espaces  
de cheminement.** © Gwendoline Grandin ▼

## **PRATIQUER LA GESTION ÉCOLOGIQUE, DIFFÉRENCIÉE ET PARTICIPATIVE**

La gestion différenciée consiste à définir des niveaux d'entretien différents aux espaces végétalisés, en fonction de leur usage, leur valeur écologique ou leur fréquentation (fauche tardive, prairies, bosquets, massifs vivaces, etc.). Elle permet de réduire considérablement la gestion sur de nombreux espaces moins fréquentés ou utilisés et favoriser la biodiversité. La gestion écologique, de son côté, recouvre des pratiques visant à préserver les fonctions écologiques (sol, eau, habitats et espèces), limiter les produits phytosanitaires et favoriser les espèces locales. Gestion différenciée et écologique vont généralement de pair et sont aujourd'hui largement mises en œuvre dans les collectivités françaises, en rupture avec la gestion ornementale historiquement appliquée dans les villes. Les principes clés reposent sur le diagnostic initial du site, qui permettra de créer des espaces représentatifs du climat local et du paysage.

Les aménageurs et paysagistes peuvent anticiper la gestion dès la conception : choix d'essences adaptées au climat et au sol, structuration en strates végétales variées et dispositifs limitant l'entretien intensif (paillage, semis de prairies, plantations groupées). Un plan de gestion différenciée peut être demandé en amont et la transmission de prescriptions opérationnelles aux exploitants (calendriers de fauche, zones refuges, modalités de taille) peut



être prévue à travers un cahier des charges. Plusieurs principes peuvent être respectés pour garantir une gestion écologique par les usagers :

- Privilégier les essences locales naturellement adaptées au climat et au sol, nécessitant moins d'arrosage et aucun engrais. En France, la marque « Végétal local » : garanti des semences et plants collectés localement.
- Éviter les haies monospécifiques (thuyas, lauriers) qui créent des paysages monotones et fragiles.
- Ne jamais intervenir partout en même temps : pratiquer un fauchage par section ou par rotation pour laisser toujours des zones de refuge (épargner 20 à 30 % des surfaces herbeuses jusqu'à la saison suivante pour permettre aux larves et œufs de survivre).
- Faucher, ne pas broyer : le broyage (ou gyrobroyage) est destructeur pour la petite faune (lézards, insectes, amphibiens) et favorise les plantes nitrophiles,
- Régler la hauteur de coupe à 10 cm minimum : une coupe haute préserve l'humidité du sol et épargne la faune vivant au ras du sol.
- Envisager le pâturage : une alternative écologique, sous réserve d'un suivi des pressions de broutement.
- Informer et sensibiliser : expliquer les interventions pour assurer leur acceptation par les usagers.



La gestion écologique est synonyme d'espaces végétalisés moins entretenus, avec plusieurs strates et une majorité de plantes locales. © Gilles Lecuir



Fiche préconisations « Principes de gestion des espaces verts favorable à la biodiversité, appliqués aux copropriétés ». Source : ARTHROPOLOGIA, 2024



**Les chemins du désir, ici mis en valeur dans un parc en gestion écologique à Lyon. © Jonathan Flandin**

Pour les habitants, l'acceptation de ce type de gestion dépend de la communication, de la visibilité des bénéfices (paysage créé, chant des oiseaux, fraîcheur) et de la qualité perçue (propreté, sécurité). Les études sociologiques montrent que la nature « moins domestiquée » est mieux acceptée si elle

est expliquée, si des zones « soignées » coexistent avec des zones naturelles, et si les usages (circulation, jeux) sont préservés (Meyer-Grandbastien, 2019). La participation citoyenne et des panneaux pédagogiques augmentent l'adhésion et réduisent les conflits d'usage.

### **LA BIOPHILIE : UN CONCEPT UTILE POUR L'ARCHITECTURE ?**

La biophilie est un concept utilisé pour la première fois par le psychosociologue Erich Fromm dans les années 1960-1970 pour décrire la « passion pour la vie et tout ce qui est vivant ». Cette notion a ensuite été approfondie et popularisée par le biologiste Edward O. Wilson dans les années 1980 sous la forme de l'hypothèse biophilique, qui postule que les humains possèdent une tendance innée à rechercher une connexion avec la nature et les formes de vie.

Des applications concrètes de ce principe se sont développées dans l'architecture et le cadre bâti (design biophilique) avec comme idée d'intégrer des éléments, des motifs et des processus naturels aux bâtiments pour répondre au besoin humain de contact avec la nature.

Dans la pratique, les stratégies de conception biophilique se déclinent en plusieurs catégories comme l'introduction directe d'éléments naturels (plantes, eau, lumière naturelle, vues sur le paysage) dans les espaces intérieurs et extérieurs ; mais aussi l'incorporation d'éléments qui évoquent la nature par texture, forme, couleur et motif (matériaux organiques, formes fractales, évocation de cycles naturels). Cela concerne enfin l'organisation spatiale

qui rappelle des structures naturelles-vivantes (perspectives ouvertes, transitions fluides entre zones, variations sensorielles) pour susciter confort et exploration. Par exemple, l'intégration de lumière naturelle et de ventilation naturelle est issue de la pensée biophilique

Un des apports les plus étudiés de la biophilie concerne l'expérience des usagers des bâtiments. Nombre d'études montrent qu'une intégration bien pensée d'éléments biophiliques peut améliorer le bien-être physiologique et psychologique (réduction du stress, augmentation de la satisfaction), renforcer la concentration et les performances cognitives, accroître le confort sensoriel global : les variations thermiques, les matériaux naturels et les transitions spatiales favorisent une perception de confort plus riche et dynamique que les environnements artificiels uniformes. Dans ce cadre, la biophilie ne se limite pas à un ornement décoratif, mais devient un levier structurant pour reconnecter les usagers aux cycles biologiques et aux systèmes vivants présents dans et autour des bâtiments, contribuant à une expérience plus harmonieuse, plus saine et plus durable.



Zones de libre évolution délimitées par des ganivelles au sein du quartier de la Bottière-Chesnaie à Nantes. © Gilles Lecuir

### Les sciences participatives : de la sensibilisation à l'action citoyenne

Pour renforcer l'appropriation de ces nouveaux modes de gestion, l'implication des habitants peut dépasser la simple observation ou le jardinage pour atteindre une dimension scientifique et éducative grâce aux sciences participatives. Des programmes nationaux comme Vigie-Nature, portés par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) et l'Office français de la biodiversité (OFB), offrent des protocoles accessibles à tous pour observer la faune et la flore ordinaires. Plusieurs d'entre eux sont adaptés à des jardins ou espaces végétalisés urbains, comme pour les papillons (*Opération Papillons*), les oiseaux des jardins ou la flore spontanée en pied d'immeuble (*Sauvages de ma rue*). Ces expériences de nature permettent non seulement de récolter des données précieuses pour la communauté scientifique, mais elles augmentent surtout la « culture de la nature » des citoyens, favorisant ainsi l'acceptation sociale des espaces gérés de manière écologique (Turrini et al., 2018).

Dans les résidences où l'entretien des espaces végétalisés est assuré par un gestionnaire dédié ou confié à un prestataire extérieur, l'appropriation des principes de gestion écologique repose avant tout sur la structuration du cadre contractuel et sur la montée en compétences des intervenants. Il est alors essentiel que le cahier des charges ou une charte de gestion écologique, co-construite avec les copropriétaires ou les habitants, formalise clairement les objectifs (zéro phyto, fauche tardive,



Des étudiants effectuent un relevé de la flore à l'aide du protocole « Florilège prairies urbaines ». © Marc Barra

gestion différenciée, préservation de la flore spontanée, etc.) et serve de référence partagée. La formation des agents d'entretien aux enjeux de biodiversité urbaine constitue un levier déterminant pour assurer la cohérence entre les intentions du projet et les pratiques effectives sur le terrain. Dans ce contexte, certains protocoles de sciences participatives spécifiquement destinés aux gestionnaires offrent des outils opérationnels d'évaluation et de suivi. Le protocole Papillons gestionnaires (PROPAGE) permet ainsi d'apprécier la qualité écologique d'un site à partir du suivi temporel des populations de papillons de jour communs ou par comparaison avec des sites aux caractéristiques similaires. De même, le programme Florilèges – prairies urbaines propose un protocole standardisé de suivi de la qualité floristique des prairies, fondé sur le recensement des espèces présentes dans dix quadrats d'un mètre carré au cœur de la prairie, parmi une soixantaine d'espèces indicatrices. La comparaison inter-sites rend possible une évaluation objectivée des effets des pratiques de gestion, renforçant à la fois la professionnalisation des acteurs de l'entretien et la crédibilité écologique des démarches engagées.

### **L'agriculture urbaine dans les projets : potentiel social et vigilance sanitaire**

L'intégration de zones dédiées à l'agriculture urbaine (jardins partagés, toitures productives) répond à une demande sociale croissante et constitue un vecteur fort de lien social dans les résidences ou les quartiers. Prévoir des espaces cultivés au sein des projets d'aménagement impose d'anticiper cette question dès le diagnostic écologique, en particulier pour évaluer la qualité des sols. En milieu urbain, les sols peuvent présenter un héritage de pollutions anciennes (métaux lourds, hydrocarbures) incompatibles avec la production alimentaire. Aussi, il est impératif de réaliser des analyses de sol physico-chimiques préalables avant toute mise en culture. Ces analyses peuvent être effectués en amont par des spécialistes, mais il existe également des méthodes adaptées aux citoyens si la décision de cultiver des espaces intervient plus tardivement. Le Guide REFUGE (INRAE), 2019 constitue un référentiel structuré permettant d'évaluer la « fonction refuge » des sols urbains, c'est-à-dire leur capacité à soutenir des communautés vivantes (micro-organismes, macrofaune, végétation), et de repérer les contraintes environnementales potentielles, dont



**L'agriculture urbaine ne se limite pas à la production alimentaire : elle joue aussi un rôle significatif dans la structuration et le maintien de la biodiversité en contexte urbain. © Lucile Dewulf**



**L'Agrocité de Bagnex est un espace conçu par les architectes AAA, basé sur la permaculture et la réversibilité des constructions.** © Marc Barra

la présence de polluants. Conçu pour être utilisé par des acteurs non spécialistes, ce guide propose des méthodes d'observation simples et progressives des caractéristiques du sol (structure, capacité d'infiltration, présence de matières organiques, signes de vie animale ou microbienne), qui complètent utilement les analyses de laboratoire. Dans des contextes pollués (anciennes friches industrielles, sites pollués), la pratique de l'agriculture urbaine reste possible en adaptant le choix des végétaux cultivés. Les légumes-feuilles (salades, épinards), qui captent davantage les polluants par dépôt atmosphérique, sont à surveiller davantage que les légumes-fruits ou racines, et le lavage soigneux des récoltes doit faire partie des consignes transmises aux jardiniers amateurs (Dumat et al., 2016).

Au-delà de la question sanitaire, l'agriculture urbaine doit être pensée très en amont dans le projet d'aménagement. Les retours d'expérience synthétisés par le Cerema montrent que la réussite des dispositifs productifs repose d'abord sur une anticipation foncière et programmatique : localisation des parcelles en cohérence avec les usages (ensoleillement, accès à l'eau, visibilité), dimensionnement adapté au

nombre d'habitants réellement impliqués, articulation avec les espaces publics et les continuités paysagères. Une sous-évaluation génère des tensions d'usage. L'intégration de la dimension nourricière doit ainsi être abordée dès le diagnostic écologique et paysager, au même titre que les continuités écologiques ou la gestion des eaux pluviales, afin d'identifier les sols propices ainsi que les continuités écologiques à l'échelle du quartier.

L'anticipation concerne également la gouvernance et la gestion dans le temps. L'Atelier parisien d'urbanisme souligne que les projets d'agriculture urbaine performants reposent sur un modèle de gestion clairement défini : gestion associative, régie municipale, bail à un exploitant professionnel ou modèle hybride. Cette clarification en phase de conception permet d'ajuster les besoins en équipements (locaux de stockage, points d'eau, composteurs, clôtures) et d'éviter les déséquilibres entre ambitions productives et capacités réelles d'entretien. La saisonnalité constitue un point de vigilance particulier : les pics de production estivaux coïncident souvent avec les périodes de congés des habitants. Des solutions organisationnelles doivent donc être anticipées (pla-

## PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT

nification collective des cultures, relais associatif, partenariats avec des structures locales, transformation ou redistribution des surplus) afin d'assurer la continuité de la récolte et d'éviter le gaspillage.

En matière de pratiques, ces espaces productifs peuvent s'inspirer des principes de la permaculture et de l'agroécologie : diversification des strates végétales, associations culturales, couverture permanente des sols, valorisation des déchets organiques par compostage *in situ*, gestion économe de l'eau. L'introduction d'arbres fruitiers, de petits fruits et de haies comestibles dans les trames végétales des quartiers permet d'inscrire la fonction nourricière dans la structure même des espaces publics, plutôt que de la cantonner à des enclaves spécialisées. Le guide « Cultiver les paysages fruitiers en ville » publié par Plante & Cité met notamment en avant l'intérêt des vergers urbains et des plantations fruitières intégrées au paysage, qui conjuguent production alimentaire, valeur écologique (ressources pour les pollinisateurs) et qualité esthétique.

L'agriculture urbaine ne se limite pas à la production alimentaire : elle joue aussi un rôle significatif dans la structuration et le maintien de la biodiversité en contexte urbain. L'étude BiSEAU (*Biodiversité et Ser-*

*vices Écosystémiques en Agriculture Urbaine*), menée par l'Agence Régionale de la Biodiversité en Île de France sur 21 sites de jardins partagés, familiaux et micro-fermes urbaines franciliens, a montré que ces espaces présentent une richesse floristique spontanée moyenne ( $\approx 21$  espèces) supérieure à celle des espaces verts entretenus et accueillent en parallèle une diversité d'espèces cultivées, révélant une mosaïque végétale à la fois productive et favorable à la vie sauvage. Dans les inventaires fauniques, les interactions plantes-pollinisateurs observées attestent d'un potentiel élevé d'interactions écologiques, notamment avec des pollinisateurs communs adaptés aux milieux urbains, et une abondance souvent supérieure à celle enregistrée dans d'autres contextes urbains non agricoles. Au-delà des fonctions de production alimentaire, l'agriculture urbaine peut participer, au sein d'un quartier, à renforcer des corridors écologiques, à servir d'habitats pour la faune et la flore locales, à améliorer la qualité des sols, ou encore à favoriser le maintien d'une diversité génétique cultivée à travers la conservation de variétés anciennes ou de semences paysannes délaissées par l'agriculture traditionnelle.



Arbres fruitiers dans un verger intégré à la ZAC du Clos Loquen à Saint-Lunaire. © Gwendoline Grandin



Le jardin du verger, un espace cultivé créé en 2015 à Vitry-sur-Seine. © Gabrielle Huart



La rénovation, une occasion de faire « peau neuve » pour la biodiversité. © Gabrielle Huart

# 5 • LE DÉFI DE LA RÉNOVATION

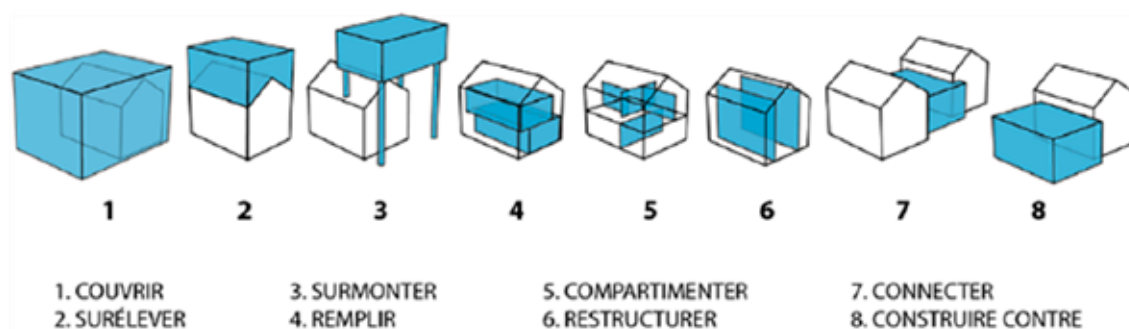
La rénovation, parce qu'elle cible le « déjà-là », est par essence plus vertueuse que la construction neuve en extension. Elle limite la consommation de nouveaux sols naturels ou agricoles et constitue une opportunité de valoriser le patrimoine bâti existant tout en travaillant sur l'accueil de la biodiversité. Pour les urbanistes et les architectes, la rénovation offre toute une panoplie de possibilités pour transformer le tissu urbain et intensifier la ville existante dans une démarche d'urbanisme circulaire (Grisot, 2020). Transformation de bureaux en logements, surélévation d'immeubles existants, compartimentation, reconversion de friches artificialisées ou déconstruction suivie d'une reconstruction avec réemploi des matériaux, sont autant de pistes pour éviter de consommer des sols supplémentaires.

En ce qui concerne la biodiversité, la plupart des recommandations formulées pour la construction neuve sont applicables au contexte de la rénovation (diagnostic écologique préalable, déroulement du chantier, végétalisation du bâti, conception et gestion des espaces ouverts). Mais les projets de rénovation peuvent être très variés, de la déconstruction totale d'un quartier et sa reconstruction à un ravalement de façade sur un seul bâtiment. Dans certains projets qui impliquent des bâtiments historiques, une approche plus discrète est possible pour intégrer des végétations grimpantes ou des nichoirs sans

compromettre l'esthétique ou l'intégrité de l'architecture historique. Dans certains cas, notamment pour les projets de grande envergure, la rénovation est l'occasion d'améliorer les espaces extérieurs voire de désartificialiser des zones jusque-là bâties ou imperméabilisées. Enfin, les projets en rénovation offrent l'opportunité de réutiliser des matériaux existants, tels que des briques, du bois, ou des tuiles, qui peuvent être transformés en éléments favorables à la biodiversité, comme des murs végétalisés ou des supports pour la faune (nichoirs pour oiseaux ou chauves-souris).



Chantier de surélévation d'un bâtiment existant à Pantin.  
© Marc Barra



La rénovation et la transformation du bâti existant sont les solutions les plus efficaces pour préserver les sols. Source : AURAN

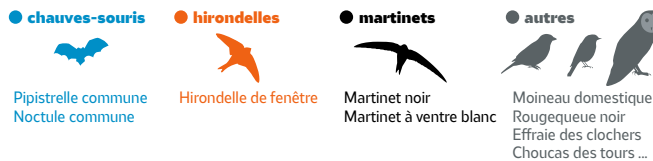
## RÉNOVATION THERMIQUE ET BIODIVERSITÉ

En France, plusieurs dispositifs se sont succédé pour encourager la rénovation thermique des logements. Indispensable du point de vue de la lutte contre le changement climatique, la rénovation thermique peut néanmoins entraîner des conséquences négatives sur la biodiversité en l'absence de précautions. En effet, une opération de rénovation s'accompagne souvent de la découverte d'une couvée, d'une nichée ou de diverses espèces qui se sont installées dans les bâtiments existants, vétustes ou non (oiseaux, chauves-souris, araignées, insectes). Par exemple, les martinets et les moineaux domestiques utilisent souvent les espaces sous les avant-toits des bâtiments et les chauves-souris dépendent de l'accès

aux combles et des espaces étroits entre les briques, voire peuvent se loger dans les isolants muraux et joints de dilatation. En France métropolitaine, une vingtaine d'espèces d'oiseaux peuvent nicher dans le bâti et la majorité des 35 espèces de chauves-souris présentes peuvent être rencontrées dans les constructions humaines. Pour rappel, la plupart des espèces de ces groupes font l'objet d'une protection à l'échelle Européenne ou sont protégées en France par la Loi du 10 juillet 1976.

De même que pour la construction neuve, un diagnostic écologique est indispensable avant un projet de rénovation, même si la parcelle est déjà minéralisée et que les enjeux semblent « faibles ». Il repose sur l'observation attentive du bâtiment et de son environnement immédiat (allées et venues, fientes,

### QUI SONT-ELLES ET OÙ LES TROUVE-T-ON ?



**D'autres espèces s'abritent dans nos constructions ou vivent aux abords des bâtiments. Elles font partie intégrante de cet écosystème urbain : insectes, lézards, papillons... Elles ne doivent donc pas être oubliées !**

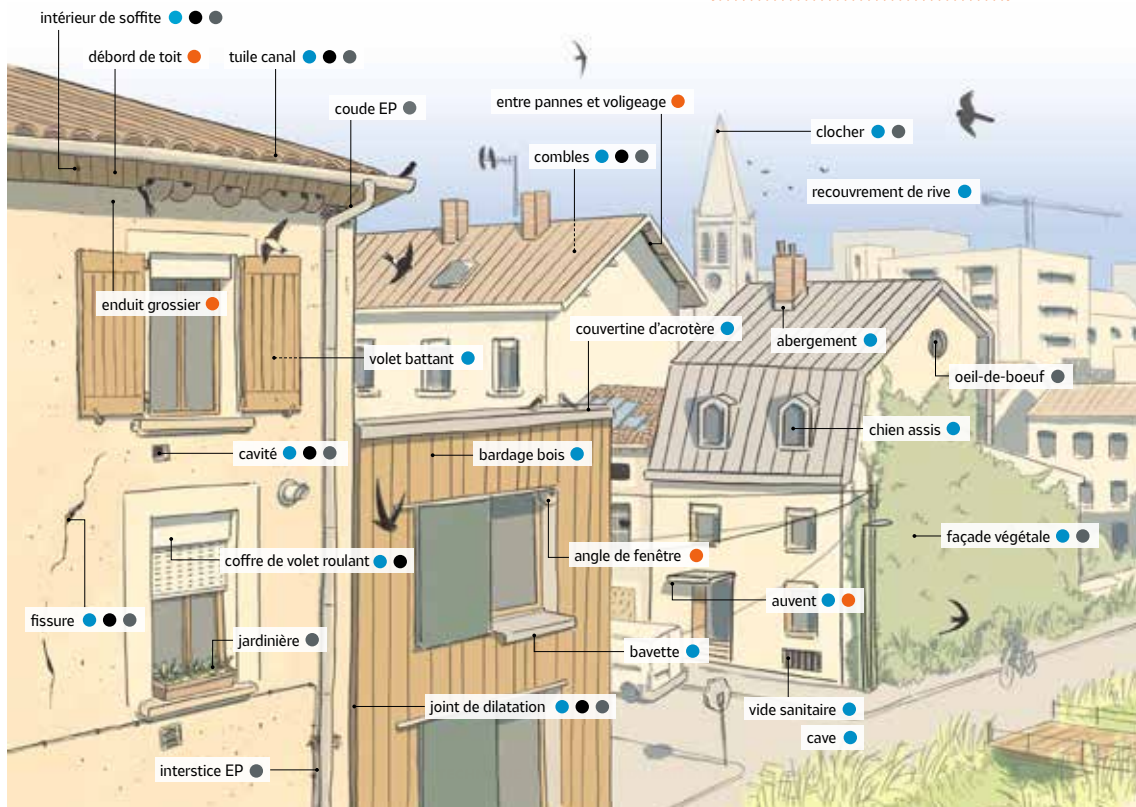
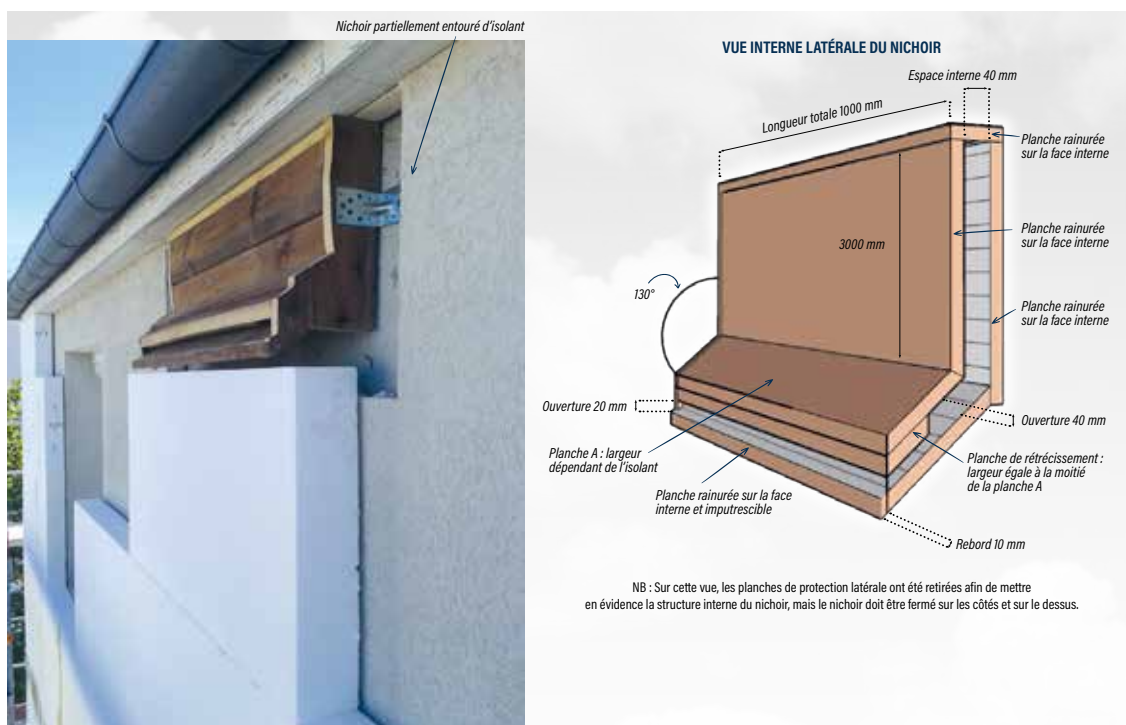


Illustration du guide « Rénovation du bâti et biodiversité » de la Ligue de Protection des Oiseaux. © LPO



**Gîte à chauves-souris installé lors de la rénovation thermique d'un bâtiment à St Amand-Montrond dans le Cher. Il est volontairement placé au dernier étage, éloigné des huisseries, des balcons et des éclairages publics.**

Source : Plan national d'action Chiroptères

plumes, cavités) et le repérage exhaustif de toutes les cavités potentielles, y compris les micro-espaces et interstices entre matériaux ou au niveau des boiseries, susceptibles d'être occupés par des oiseaux ou des chauves-souris. En cas de rencontre avec des espèces protégées (oiseaux, chauves-souris, etc.), il est impératif de stopper immédiatement les travaux et de contacter les autorités compétentes, telles que la DRIEAT en Île-de-France ou les DREAL dans d'autres régions, ainsi que les organismes spécialisés de protection de la faune. Toute manipulation ou destruction des nids, œufs ou individus est interdite par la loi française. Le diagnostic permettra d'avoir une vision d'ensemble des enjeux et de proposer des solutions adaptées.

### Rénovation des façades et Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE)

L'enjeu majeur de l'ITE est la suppression des ponts thermiques, mais son risque principal réside dans le « lissage » intégral du bâti qui supprime toutes les cavités indispensables à la faune cavernicole. De nombreuses espèces nichant en façade peuvent être impactées. Pour les oiseaux comme pour les chauves-souris, voire les insectes, il est recommandé de préserver et aménager les cavités existantes plutôt que de les condamner pour installer de nouveaux nichoirs ou gîtes. Dans l'hypothèse où une cavité ne peut pas être conservée, il peut être

envisagé d'inclure un ou plusieurs nichoirs ou abris dans la structure du bâtiment. Ces derniers doivent être implantés au plus près des cavités supprimées, idéalement une saison à l'avance, afin d'assurer la continuité, certaines espèces étant fidèles à leur site de nidification. Compte tenu de la raréfaction des habitats cavernicoles, il est conseillé de prévoir un nombre de cavités supérieur à l'existant avant travaux. Dans le cadre d'une rénovation thermique par l'extérieur (ITE), il est possible d'intégrer des nichoirs directement dans l'isolant, sans impact sur l'esthétique des façades. Pour minimiser le risque de pont thermique, il est conseillé d'installer un isolant mince derrière le nichoir, et de positionner ce dernier au niveau de pièces non-chauffées (par exemple les combles perdus). Le choix du nichoir et de son emplacement doit correspondre aux exigences de l'espèce-cible (voir partie 3).

Pour les chauves-souris, il convient d'éviter les périodes d'hibernation et de s'assurer que le site n'est pas fréquenté par des colonies de reproduction pendant la période printanière/estivale. Lors des travaux de façade, il est possible de conserver le potentiel d'accueil en préservant des pseudo-fissures ou espaces compris entre 2 et 4 cm sur une largeur d'une dizaine de centimètres et une profondeur de plusieurs dizaines de centimètres ou plus. Des perçages dans les voûtes peuvent aussi se révéler favorables à l'accueil de chauves-souris, tout

comme des ouvertures vers les combles qui peuvent être réalisées lors de la rénovation de toitures. Pour les chauves-souris également, des abris peuvent être intégrés directement dans la couche isolante. En dehors des oiseaux et des chauves-souris, d'autres groupes d'espèces peuvent être associés au bâti. C'est le cas de l'herpétofaune (amphibiens et les reptiles) dont plusieurs membres utilisent fréquemment les fissures, toitures, murets et cavités du bâti pour se chauffer, se réfugier et se reproduire. En Île-de-France, ces espèces peuvent être communes, comme le lézard des murailles, ou en expansion comme la Tarente de Maurétanie. D'autres espèces, comme le Phyllodactyle d'Europe, la Couleuvre d'Esculape ou l'Hémidactyle verruqueux affectionnent également le bâti mais sont présentes uniquement sur le pourtour méditerranéen. Afin de les prendre en compte dans l'aménagement, il est nécessaire d'intégrer systématiquement un volet herpétologique au diagnostic écologique, en particulier lorsque le bâti présente des fissures, des toitures anciennes, des murs en pierre sèche ou des zones caillouteuses ensoleillées propices aux reptiles et amphibiens. Il convient d'éviter la destruction des abris en préservant, remplaçant ou compensant les micro habitats (fentes, cavités sous tuiles, interstices de murs) avant toute isolation ou ravalement, et d'appliquer des mesures d'évitement et de mitigation en planifiant les interventions hors périodes sensibles (reproduction, hibernation), en installant des gîtes de substitution et en maintenant des passages pour la circulation des animaux. Concrètement, conserver ou recréer des fissures et cavités (laisser des joints non remplis ou créer des cavités dédiées), aménager des gîtes artificiels (murs à pierres sèches, tas de pierres, bûchers ventilés, murs refuges avec fentes), préserver des accès contrôlés sous tuiles et des zones non isolées localisées pour des micro refuges thermiques, et gérer les abords en maintenant murets, végétation rase et tas de matériaux plutôt que de tout nettoyer. Enfin, caler le calendrier des travaux pour éviter ponte et hibernation et, si un déplacement d'individus s'avère nécessaire, recourir à des protocoles de capture/translocation validés par un spécialiste et conformes à la réglementation. Ces recommandations restent générales et ne remplacent pas une expertise naturaliste au cas par cas. De nombreuses ressources et guides pratiques ont été rédigés pour préserver les espèces d'oiseaux et de chauves-souris lors des projets de rénovation et leur offrir une possibilité de retour sur la structure du bâtiment une fois la rénovation achevée.

### **Exemple : rénovation de la cité mixte Paul Arène à Sisteron**

Une colonie de 200 à 300 Molosses de Cestoni (l'une des plus grandes espèces de chauves-souris européennes), a été découverte dans les joints de dilatation sous les structures béton des façades de ce bâtiment de la cité scolaire Paul Arène à Sisteron (04) (Arthur L. & Chretien A., 2019). Alors qu'un projet de rénovation thermique était nécessaire, la région a missionné le bureau d'étude Asellia Ecologie pour la réalisation d'une étude écologique sur l'occupation du site par les chiroptères et leur prise en compte dans le cadre de cette rénovation en 2014. Un important travail d'étude a été mis en place afin d'étudier le positionnement des chauves-souris dans le bâtiment et de comprendre le calendrier de l'espèce. Les résultats ont montré la présence de l'espèce toute l'année dans le bâtiment avec un pic entre mai et octobre, excepté en juillet où une baisse de fréquentation est observée. En accord avec les maîtres d'œuvre, il a été décidé d'intégrer, lors de la rénovation, des gîtes de substitution en remplaçant le pare-pluie par un matériau moins fragile vis-à-vis des griffes et de l'urine probable des chiroptères : l'Hydropanel™. Cette structure de gîte (constituée par un vide d'air entre le nouveau bardage en bois d'Acacia non traité et des plaques d'Hydropanel™ rainurées pour faciliter l'accrochage des molosses)



**Un Molosse de Cestoni trouvant refuge dans la façade en rénovation du collège Paul Arène à Sisteron (04).**  
© Raphaël Colombo



ressemblait ainsi à ce qui était utilisé par l'espèce avant la rénovation. Les suivis post-chantier réalisés en 2018 et 2019 sont un succès et montrent l'occupation des gîtes de substitution par des individus de Molosses de Cestoni de mai à octobre. Ces premiers résultats semblent toutefois montrer une diminution des effectifs ou du moins une utilisation des gîtes sur une plus courte période de l'année. Ce travail est le produit d'une étroite concertation entre le maître d'ouvrage (Région PACA), l'architecte en charge du projet (Atelier Quadra) et Raphaël Colombo (écologue à Asellia Ecologie). Il démontre la faisabilité d'une rénovation thermique tenant compte de la biodiversité présente sur le site.

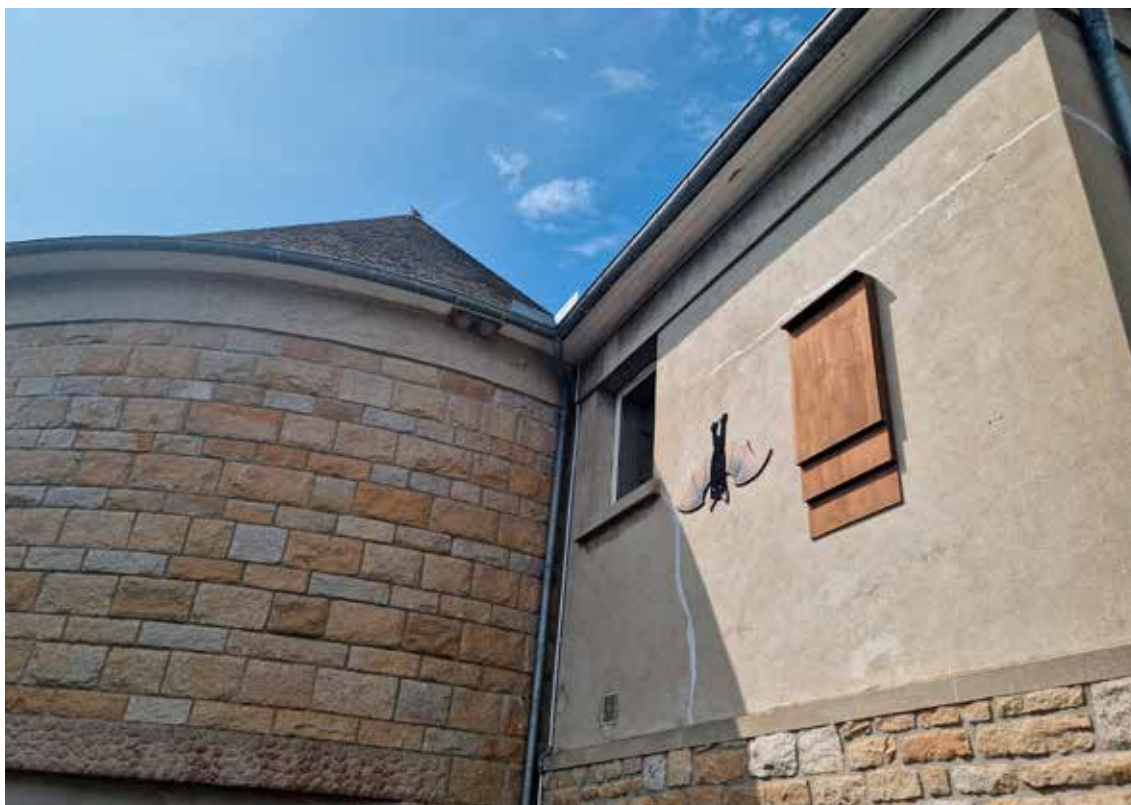
### Réfection des toitures et isolation des combles

Les chauves-souris recherchent avant tout à accéder à des endroits obscurs et tranquilles avec des conditions microclimatiques favorables (température, hygrométrie, luminosité...). Si on les trouve souvent dans les fissures des façades, on les trouve aussi sous les tuiles et la rénovation des toitures peut devenir catastrophique pour certaines espèces. Le remplacement d'une couverture ou l'isolation des combles perdus vise l'étanchéité à l'air et à l'eau, mais risque d'enfermer ou d'expulser des colonies de Chauves-souris (comme la Pipistrelle commune)

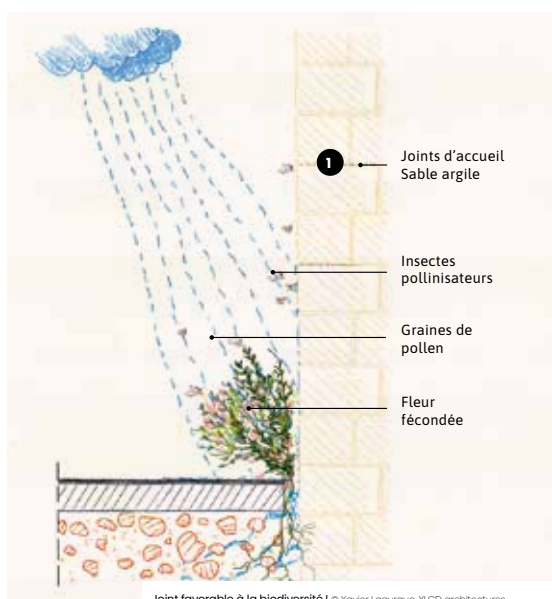
ou des rapaces nocturnes comme l'Effraie des clochers. Le danger technique est l'utilisation de membranes de sous-toiture hautement lisses où les chauves-souris ne peuvent s'accrocher, ou l'obstruction des chatières de ventilation. L'opportunité consiste à prévoir à proximité de la membrane des surfaces rugueuses (bois, maçonnerie) permettant aux chauves-souris de se suspendre en toute sécurité et d'installer des tuiles chatières spécifiques dont l'ouverture est adaptée au passage des petits mammifères, ou à laisser un accès libre aux têtes de murs. Il est crucial de vérifier l'absence de traitement chimique de charpente toxique avant les travaux pour préserver la santé des gîtes.

### Remplacement des menuiseries et vitrages

La modernisation des fenêtres cherche à maximiser les apports solaires et l'isolation acoustique, mais augmente drastiquement le risque de collisions mortelles pour les passereaux, trompés par la réflexion du ciel ou de la végétation. Ce phénomène touche toutes les espèces d'oiseaux de jardin. L'enjeu technique est d'intégrer des marquages visuels (points, lignes ou motifs UV) directement sur ou dans le verre lors de la fabrication. Ces solutions, tout en restant quasi invisibles pour l'œil humain, permettent aux oiseaux de percevoir l'obstacle.



Gîte à chauves-souris installé sur le mur d'une école à Saint-Lunaire. © Corentin Le Bourhis



## **LE CAS DU BÂTI ANCIEN OU DES MONUMENTS HISTORIQUES**

Le patrimoine bâti ancien constitue un réservoir d'habitats essentiels pour de nombreuses espèces sauvages (oiseaux nichant dans les murs ou les combles, chauves-souris hibernants ou se reproduisant dans les cavités, insectes solitaires se logeant dans les trous) et mérite d'être conservé et valorisé dans les projets de rénovation plutôt que d'être uniformisé par des techniques modernes dépourvues de fentes, cavités et accès naturels. Le constat est que les modes de construction et de rénovation contemporains réduisent drastiquement ces niches, contribuant au déclin des espèces associées au bâti. Les principales préconisations consistent à préserver les cavités existantes qui ne compromettent pas la stabilité de l'ouvrage, à maintenir ou faciliter les accès aux combles, aux caves et aux structures intérieures qui servent de gîtes, à réaliser les travaux hors période de nidification (de septembre à mars) pour éviter de déranger la faune, et, lorsque l'aménagement ou la création de cavités est possible, à intégrer des gîtes ou nichoirs adaptés directement dans la maçonnerie ou les structures rénovées. Dans le cas de ravalement de murs en pierre jointoyés, il est possible de conserver volontairement

**Nichoirs en terre cuite installés lors d'une rénovation de façade sur un bâtiment en pierre. © Lucile Dewulf ▼**



certains trous ou espaces entre les pierres sans compromettre la durabilité du bâti. Les matériaux naturels comme la chaux hydraulique et aérienne ou les mélanges terre-chaux seront plus respirants et favorables à la petite faune qui pourra y trouver un petit trou ou une fente pour s'y installer (Dépinoy M., Maugard V., 2025). La prise en compte de la biodiversité dans les bâtiments historiques exige une attention particulière, car ces ouvrages sont soumis à l'avis des Architectes des Bâtiments de France (ABF). Traditionnellement centrés sur la conservation architecturale et esthétique, les ABF intègrent aujourd'hui de plus en plus les enjeux écologiques dans leurs recommandations.

Dans le cadre d'un plan de restauration des clochers, la ville de Lille (59) a engagé une réflexion pour permettre l'accueil des oiseaux (martinets, rapaces) et des chiroptères tout en évitant l'accès aux pigeons bisets. Ce travail, mené en collaboration entre le service du patrimoine bâti de la ville, l'architecte des bâtiments de France, le service des parcs et jardins et son écologue, consiste à poser des filets et grillages mais surtout à l'installation d'aménagements variés adaptés aux différentes espèces, réalisés en bois brut, pour l'accueil des oiseaux et chiroptères et dont le coût est dérisoire au regard de celui de l'ensemble des travaux, parce qu'intégré pleinement au planning des travaux de restauration.



À Lille, des cavités conservées pour les martinets sur la contre-garde de la Citadelle (haut) et une expérimentation à partir de parpaings remplis de terre pour les plantes sauvages (bas). © Gilles Lecuir, Florent Fournier



**Vue du château de Méréville dans l'Essonne.** © Attaleiv

**Exemple : Réhabilitation des Châteaux de Méréville et de Grouchy en Île-de-France**

En mauvais état, le château de Méréville, appartenant au département de l'Essonne, a bénéficié de travaux de restauration. Lors de la phase de diagnostic écologique, 9 espèces de chauves-souris ont été détectées sur le site : Barbastelle d'Europe, Grand Murin, Grand Rhinolophe, Sérotine commune, Murin à oreille échancrées, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius, Pipistrelle de Kuhl et Pipistrelle pygmée. Toutes étant protégées, une demande de dérogation à la destruction d'espèces protégées a été déposée aux services instructeurs avant la restauration des façades, charpentes et couvertures du château. Plusieurs mesures ont été prises pour respecter la séquence Éviter, Réduire, Compenser (ERC) :

• Évitement :

- évitement des secteurs occupés par la Barbastelle d'Europe et le Grand Rhinolophe ;
- balisage préventif pour éviter la circulation dans les caves en automne/hiver.

• Réduction :

- adaptation de la période de travaux à l'écologie des espèces présentes sur site ;
- limitation du dérangement dans les caves liés à l'éclairage et au bruit ;
- éloignement des individus présents dans les menuiseries ;
- création de passages au-dessus des portes des caves.

• Compensation :

- aménagement d'un bâtiment du domaine avec des gîtes anthropiques ;
- installation de gîtes d'hibernation en façades de 3 bâtiments du domaine ;
- installation de 10 gîtes artificiels sur pieds.

• Accompagnement et suivi :

- étude sur le swarming dans les caves pendant 5 ans ;
- suivi en phase chantier ;
- suivi des espèces et mesures sur 30 ans.



**Entrée de la cave du château de Méréville, un des sites de découverte des chauves-souris.** © agence de Chartres



**Galerie souterraine idéale pour les chauves-souris, grâce à ses fissures entre les moellons.** © Émilie Périé

Dans le cas du Château de Grouchy, sur la commune d'Osny (95), les propriétaires ont découvert des chauves-souris dans une galerie souterraine et ont demandé une expertise de spécialistes du Muséum national d'Histoire naturelle. Leur passage a permis de confirmer la présence de cinq individus appartenant à trois espèces, dont deux (le Petit Rhinolophe et le Murin de Daubenton) sont protégées et considérées en danger au niveau régional. La galerie souterraine présente en effet un fort intérêt pour les espèces cavernicoles grâce à ses fissures entre les moellons.

L'expertise naturaliste a permis de dégager plusieurs recommandations techniques. Les travaux susceptibles d'impacter les chauves-souris doivent être planifiés en dehors de leur période d'hibernation, soit entre début avril et fin septembre. Cela permettra d'éviter le dérangement ou la destruction involontaire d'individus présents dans les gîtes. Lors des travaux de rejointoiement, il est recommandé de maintenir le potentiel de gîte en créant des « pseudo-fissures », laissant un espace libre de 2 à 4 cm de largeur. Des cavités supplémentaires peuvent être créées en perçant les joints à intervalles réguliers. L'escalier présent dans la galerie est utilisé comme gîte suspendu par les Petits Rhinolophes. Si cet escalier ne fait pas l'objet de travaux, il doit simplement rester accessible. En cas de modification, il conviendra d'appliquer les mêmes contraintes calendaires.

Les chauves-souris, notamment celles observées sur le site, sont très sensibles à la pollution lumineuse. Il est recommandé d'éteindre ou de reprogrammer les spots lumineux éclairant les façades et la cour et de limiter les éclairages nocturnes autour du château et du musée, en particulier près des accès potentiels aux gîtes. Les combles du château pourraient devenir des gîtes d'hibernation ou de reproduction si des ouvertures adaptées y sont aménagées. Il est proposé de rendre les chatières d'aération existantes accessibles aux chauves-souris en s'inspirant des dispositifs dits « chiroptières », qui permettent leur passage tout en bloquant les pigeons. Pour évaluer l'impact des mesures prises, un suivi régulier de l'activité chiroptérologique est conseillé, en partenariat avec le PNR du Vexin français ou les services biodiversité de la Communauté d'Agglomération de Cergy-Pontoise.

## RÉNOVATION ET MATÉRIAUX ÉCOLOGIQUES

Les travaux de rénovation de façade sont également l'occasion de remplacer certains matériaux (couche isolante, crépis, étanchéité). À ce titre, les préconisations sont les mêmes que pour la construction neuve. Elles visent à substituer des matériaux traditionnels par des alternatives écologiques et créer davantage de conditions d'accueil de la biodiversité.

### Exemple : rénovation paille de logements sociaux à Paris

Paris Habitat, bailleur social de la ville de Paris, a utilisé de la paille pour isoler par l'extérieur une résidence de 14 logements sociaux située dans le 15<sup>e</sup> arrondissement de Paris. Excellent isolant parce que composée de tiges creuses emprisonnant de l'air, la paille permet de réguler l'humidité, aide à diminuer la consommation de chauffage en hiver et garde la fraîcheur en été. Par ailleurs, elle émet très peu de composés organiques volatils (COV) et a une très faible énergie grise. Pour ne rien gâcher, la paille est un résidu de culture qui ne vient pas concurrencer les productions à vocation alimentaire.

Une méthode dite d'accroche par bretelles a été utilisée : les bottes de paille sont posées horizontalement à l'aide de sangles. Aucune ossature en bois n'est nécessaire. Un enduit recouvrant est ensuite appliqué. Pour les étages supérieurs, les professionnels utilisent la pose en épine : les bottes de paille sont insérées verticalement dans une ossature en bois, puis recouvertes d'enduit. Au total, 486 bottes de paille achetées auprès d'un agriculteur de Seine-et-Marne (77) ont été utilisées pour rénover les deux faces du pignon de la résidence. La formation et l'insertion ont été réalisées en partenariat avec le Collect'IF Paille, promoteur du développement de l'usage de la paille dans la construction en Île-de-France, des séances de formation et d'éducation ont été menées avec des élèves architectes ou artisans.



**Paris Habitat, un bailleur social de la Ville de Paris, isole par l'extérieur le pignon d'un immeuble existant rue de la Convention, à l'aide de bottes de paille sous enduit. © Paris Habitat ►**

Les projets de rénovation peuvent également permettre de végétaliser les surfaces de bâtiments (toitures et façades). Les mêmes préconisations que pour les constructions neuves s'appliquent. Il conviendra d'être vigilant concernant la végétation déjà installée et si possible de la valoriser (conservation des plantes grimpantes, des espèces ayant poussé spontanément sur les toits). Les mousses et les lichens installés sur les façades ou toitures peuvent être conservés. Généralement éliminés sur le crépi par des traitements antifongiques, ces organismes vivants sont de véritables indicateurs de la qualité de l'air. Ils sont sensibles à la pollution atmosphérique et participent à son épuration en accumulant les polluants.



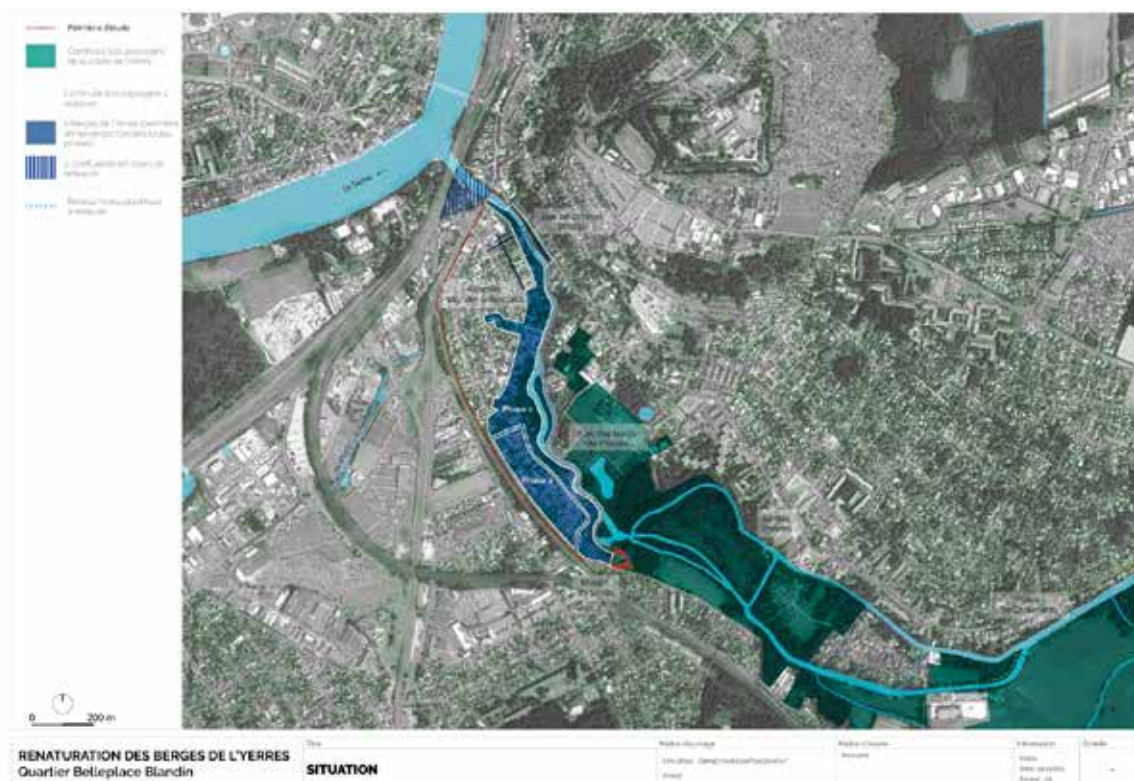
**Vues aériennes du secteur de la Bouillie, avant et après l'opération de désurbanisation.**  
© Agglopolys

## **ET SI L'ON PRATIQUAIT LA DÉSARTIFICIALISATION ?**

Les projets de renouvellement urbain et de rénovation constituent aujourd'hui une opportunité majeure pour engager des démarches de désartificialisation partielle ou totale des espaces construits. Avec l'entrée en vigueur du Zéro Artificialisation Nette (ZAN), les collectivités sont incitées à réinterroger leurs pratiques d'aménagement et à identifier, au sein même des tissus urbanisés, des gisements de renaturation. L'étude « Renaturer les villes » publiée par l'ARB Île de France en 2022, propose un cadre méthodologique, des retours d'expérience et des outils d'aide à la décision permettant aux collectivités d'identifier les potentiels de renaturation, par rapport au triple défi du changement climatique, de l'érosion de la biodiversité et de la santé et du cadre de vie. En s'appuyant sur ces enseignements, les acteurs publics peuvent aborder les opérations de renouvellement urbain comme de véritables démarches de requalification écologique du territoire.

La désartificialisation peut prendre des formes très variées : du retrait des revêtements à la restauration des fonctions du sol ou la requalification paysagère, jusqu'à sa version la plus radicale, le démantèlement d'infrastructures ou de bâtiments entiers lorsque le contexte urbain, social ou économique le justifie. Dans un contexte du changement climatique, certaines collectivités territoriales adoptent des démarches de déconstruction ou de désurbanisation, en particulier dans les zones exposées à des risques d'inondation. C'est le cas de la communauté d'agglomération de Blois (Agglopolys), qui a entrepris depuis les années 2000 la désurbanisation du quartier de la Bouillie, un secteur qui s'est urbanisé mais qui faisait office de déversoir des eaux de la Loire lors des crues. La culture du risque d'inondation, encore bien présente, a incité la collectivité à acquérir et démolir des bâtiments au sein d'un quartier historiquement vulnérable, pour restaurer la fonction hydraulique naturelle de la plaine inondable. L'ensemble des biens bâtis présents sur ce site ont ainsi été acquis pour démolition (soit 137 biens). Les démolitions ont été faites lot par lot et la dernière propriété a été démolie en avril 2025. Cette démarche traduit une stratégie d'adaptation fondée sur la nature plutôt que sur des ouvrages de résistance lourds, en repensant l'occupation du sol face à un aléa croissant lié au climat.

En Île-de-France, une dynamique comparable est en cours à Villeneuve-Saint-Georges (Val-de-Marne), où les pouvoirs publics ont lancé une politique d'acquisition amiable et de démolition d'habitations exposées aux crues de l'Yerres, suivie de la renatu-



**Étude pré-opérationnelle écologique et paysagère pour la renaturation des berges de l'Yverres dans le quartier Belleplace-Blandin à Villeneuve-Saint-Georges.** © Bruno Garnerone (Champ Libre)

ration des berges et de la création d'une zone naturelle d'expansion des crues d'une dizaine d'hectares. Cette opération, menée depuis une décennie avec des financements publics, vise à réduire la vulnérabilité des populations, restaurer des milieux humides fonctionnelles et reconstituer des continuités écologiques tout en limitant les dommages liés aux épisodes pluvieux extrêmes et aux débordements. Au-delà des exemples français, des démarches de démolition ont pu exister dans l'histoire des territoires, parfois associées à la conjoncture économique. À Cleveland (Ohio, États-Unis), des programmes publics de démolition de bâtiments vacants et obsolètes ont eu lieu dans un contexte très spécifique marqué par une crise économique (fermeture des usines) et un exode de la population. Entre 2006 et 2010, 5 152 bâtiments (usines et maisons individuelles) ont été démolis, entraînant une augmentation importante du nombre de terrains vacants. Le foncier libéré a progressivement été investi par des projets de renaturation, de gestion des eaux pluviales ou de création d'espaces de prairies. Du point de vue de l'écologie du paysage, ces espaces nouvellement créés sont venus renforcer la connectivité écologique en reliant des habitats dispersés.

Au-delà de ces opérations de grande envergure, souvent rendues possibles par des contextes territoriaux très spécifiques, ces expériences invitent plus largement les architectes, urbanistes et aménageurs à intégrer, à toutes les échelles du projet, des démarches de désartificialisation et de renaturation ciblées. La suppression ponctuelle de surfaces imperméabilisées, la reconquête de sols dégradés, la création d'espaces végétalisés fonctionnels ou la restauration de continuités écologiques constituent autant de leviers concrets pour renforcer la résilience des territoires face aux aléas climatiques, améliorer la santé environnementale et humaine, et soutenir la biodiversité urbaine. Ces actions, même modestes prises individuellement, participent collectivement à une transformation plus profonde des modes de production de la ville et contribuent directement ou indirectement à l'atteinte des objectifs de zéro artificialisation nette (ZAN).

### **LABELS ET CERTIFICATIONS : UN CADRE UTILE MAIS À RELATIVISER**

Face à la prise de conscience, le nombre de labels, certifications et outils d'évaluation sur le thème de la biodiversité a fortement augmenté dans le secteur du bâtiment. Initialement centrés sur l'énergie et le climat, ces outils ont évolué ou ont été créés pour cela et apportent un cadre structurant et incitatif pour plusieurs acteurs, alors même que la réglementation reste limitée sur ce sujet. Parmi les principaux dispositifs :

- Biodi(V)Strict® (AgroParisTech & Vinci, 2010) : compare différents états d'un site à l'aide d'indicateurs tels que la proportion d'espaces végétalisés, la diversité des habitats, la perméabilité des sols et la connectivité écologique.
- ÉcoQuartier (ministère de la Transition écologique, 2013) : propose 20 engagements, dont un dédié à la biodiversité, et fonctionne par étapes de la conception à la confirmation. Plus de 80 opérations ont atteint les niveaux les plus aboutis, mais le label est parfois critiqué pour son manque d'exigence.
- BiodiverCity® (CIBI, depuis 2013) : décliné en trois niveaux (Ready, Construction, Life), il impose la présence d'un écologue dans l'équipe projet et une évaluation externe.
- Effinature (IRICE, depuis 2009) : s'appuie sur 80 indicateurs couvrant construction, aménagement et réhabilitation, avec la présence obligatoire d'un écologue.
- HQE® (Certivéa, depuis 2004) : référentiel environnemental généraliste, avec deux cibles

directement liées à la biodiversité.

- BREEAM® (Royaume-Uni, années 1990) et LEED® (États-Unis, 2009) : certifications internationales intégrant la protection des habitats, la gestion des eaux pluviales et la réduction de la pollution lumineuse.
- BioValuesTM (Suisse) : outil en ligne évaluant huit indicateurs clés de biodiversité dans les projets immobiliers.
- BiodivScore (Ville de Paris, 2020) : outil d'auto-évaluation pour les projets urbains, permettant de mesurer et d'optimiser la biodiversité en fonction de critères comme la végétalisation, la diversité des habitats, la connectivité écologique et la gestion du chantier. Il attribue un score pour orienter les concepteurs vers des pratiques favorables au vivant.

Si ces dispositifs apportent une plus-value en structurant la démarche et en incitant à l'action, ils ne remplacent pas la formation des équipes, la présence de professionnels de l'écologie ou le fait de se documenter et de s'impliquer personnellement sur le sujet. Par ailleurs, bien que certaines thématiques soient matures (comme la gestion écologique ou la végétalisation du bâti), d'autres restent insuffisamment traitées, comme la question des friches, de la pleine terre, du diagnostic écologique ou de la biodiversité dite « grise » (liée aux matériaux de construction) et représentent de réelles marges de progression.



**Le lézard des murailles, une espèce protégée en France, fréquemment rencontrée dans les bâtiments.** © Ophélie Ricci

## SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS

### AXE 1 - Sobriété foncière et conservation des sols à l'échelle planification

Critères	Recommandations principales
1. Choix du site	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privilégier l'aménagement sur des espaces déjà imperméabilisés par la rénovation / transformation de l'existant.</li> <li>• Se référer aux différents outils de planification et à leurs exigences environnementales.</li> <li>• Respecter les continuités écologiques définies à différentes échelles (SDRIF-E, SRCE, Schémas locaux).</li> </ul>
2. Aménagement dans une friche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interroger les bases de données régionales pour connaître le potentiel écologique d'une friche.</li> <li>• Demander un diagnostic de la qualité écologique de la friche afin d'identifier les secteurs à éviter.</li> <li>• Sélectionner les friches dans des zones à faible potentiel de renaturation.</li> </ul>
3. Densification maîtrisée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interroger les données du Plan Vert et s'efforcer à ne pas renforcer la carence en espaces verts.</li> <li>• Viser au minimum 30 % et jusqu'à 45 % d'espaces végétalisés en pleine terre à l'échelle de l'opération.</li> </ul>
4. Projet en rénovation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximiser les surfaces végétalisées sur les toitures, les façades ou les dalles en utilisant un coefficient de biotope surfacique harmonisé ou équivalent (si pleine terre pas possible).</li> <li>• Prendre en compte les espèces qui se sont installées sur le bâti ancien ou vétuste.</li> </ul>

### AXE 2 - Adaptation au contexte local

Critères	Recommandations principales
5. Diagnostic écologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interroger les bases de données régionales disposant de données naturalistes (ex. Géonat'idF).</li> <li>• Demander des inventaires complémentaires sur 4 saisons et sur un périmètre élargi.</li> <li>• Au-delà de la biodiversité, étudier aussi les sols, les trames, l'eau et la dimension humaine.</li> <li>• Intégrer les préconisations du diagnostic dans le projet, l'ajuster si nécessaire.</li> </ul>
6. Protection des éléments existants	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demander une identification et une cartographie des éléments existants lors du diagnostic écologique (arbres notamment).</li> <li>• Proposer une intégration des éléments existants au projet dans le plan masse.</li> <li>• Adapter les formes urbaines, les volumes, les hauteurs et les morphologies au paysage et à l'existant.</li> </ul>
7. Réduire les nuisances en phase travaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer la protection des éléments repérés (arbres, massifs, zones humides).</li> <li>• Assurer un plan de déplacement des engins et de stockage du matériel afin de protéger les sols.</li> <li>• Éviter la propagation d'espèces à caractère envahissant.</li> </ul>
8. Intégration des continuités écologiques au projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'appuyer sur les données d'inventaires ou utiliser des modèles pour caractériser le déplacement des espèces et ajuster le projet en fonction.</li> <li>• Mettre en œuvre des solutions adaptées aux espèces ciblées (corridors fonctionnels, suppression des obstacles).</li> <li>• Adapter les formes urbaines et la morphologie du bâti aux espèces susceptibles de se déplacer dans la zone.</li> </ul>
9. Trame noire/Réduction de la pollution lumineuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lors du diagnostic écologique, prévoir une étude de l'éclairage et la prospection des espèces nocturnes.</li> <li>• Réduire au maximum les zones éclairées et appliquer les principes préconisés par l'expertise naturaliste.</li> </ul>



Une mise en scène de la désartificialisation à Nantes. © Gabrielle Huart

### AXE 3 - Respect des sols et de la trame brune à l'échelle du projet

Critère	Recommandations principales
10. Diagnostic des sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lors du diagnostic écologique, prévoir un volet agro-pédologique pour caractériser la qualité écologique des sols.</li> <li>Intégrer les recommandations de ce diagnostic dans le projet.</li> <li>Limiter l'emprise des constructions sur les sols de bonne qualité.</li> </ul>
11. Gestion des eaux pluviales à la parcelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dans le cas où les sols le permettent, viser une infiltration totale des eaux pluviales à la parcelle.</li> <li>Multiplier les ouvrages végétalisés récepteurs des eaux pluviales (noues, bassins et mares) en les concevant selon les principes du génie écologique.</li> <li>Vérifier la connectivité entre ces milieux humides.</li> </ul>
12. Impact du bâti sur les sols	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter l'emprise au sol des bâtiments par le recours possible à des pieux ou pilotis</li> <li>Limiter le nombre de place de stationnements en favorisant les parking silo.</li> <li>Privilégier les revêtements perméables végétalisés pour les zones de cheminement.</li> </ul>
13. Trame brune et continuité écologique souterraine	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limiter le compactage des sols sur l'ensemble des espaces non bâtis</li> <li>Privilégier la pleine terre ou des fosses contiguës pour les alignements d'arbres</li> <li>Si fosses individuelles, privilégier des volumes de 30 m<sup>3</sup> minimum</li> <li>Éviter le recours à des terres végétales importées, privilégier le réemploi ou la construction de sols <i>in situ</i>.</li> <li>Si espaces sur dalle, privilégier des profondeurs de 1,5 m minimum.</li> </ul>

### AXE 4 - Conception des espaces non bâtis

Critère	Recommandations principales
14. Qualité des espaces végétalisés	<ul style="list-style-type: none"> <li>Concevoir des espaces en rapport avec le paysage local, sa structure et sa composition.</li> <li>Pour les plantations, privilégier les espèces locales.</li> <li>Privilégier des espaces végétalisés sur plusieurs strates (arbres, arbustes, haies, herbacées).</li> <li>Aménager des petits abris pour la faune identifiée lors du diagnostic (pierres, mares, bois mort, etc.).</li> <li>Les matériaux et le mobilier peuvent être réalisés à partir du paysage existant.</li> </ul>
15. Plan de gestion écologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anticiper une future gestion écologique et différenciée de ces espaces.</li> <li>Prévoir éventuellement des zones en libre évolution, qui ne seront pas gérées.</li> </ul>
16. Gestion des espèces à caractère envahissant	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérifier si la gestion de ces espèces est légitime au regard des risques avérés (sanitaires notamment) ou si la tolérance de ces espèces est possible.</li> <li>Si gestion nécessaire, privilégier des méthodes de génie écologique (pâturage, compétition végétale).</li> <li>Anticiper en limitant la dispersion de ces espèces lors du chantier (nettoyage des engins notamment).</li> </ul>

**AXE 5 - Conception architecturale et cadre bâti**

Critère	Recommandations principales
17. Formes architecturales adaptées à la biodiversité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adapter les formes architecturales aux recommandations du diagnostic écologique.</li> <li>• Créer de l'hétérogénéité dans le bâti et ses formes pour maximiser la végétalisation.</li> </ul>
18. Végétalisation des toitures	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Végétaliser un maximum de toitures plates ou à faible pente en suivant les recommandations des naturalistes.</li> </ul>
19. Végétalisation verticale des murs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Végétaliser les façades nues en privilégiant les plantes grimpantes partant du sol</li> <li>• Possibilité de plantes retombantes ou de murs biodiversitaires.</li> </ul>
20. Accueil de l'avifaune sur le bâti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter le vitrage et les pièges.</li> <li>• Intégrer des structures d'accueil si elles sont indiquées lors du diagnostic écologique.</li> <li>• Prévoir des ressources à proximité (boue, brindilles, baies, etc.).</li> </ul>
21. Accueil des chiroptères sur le bâti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter les pièges.</li> <li>• Intégrer des structures d'accueil si elles sont indiquées lors du diagnostic écologique.</li> <li>• Préserver des arbres morts ou totems à cavité et zones humides.</li> </ul>
22. Réduire l'empreinte biodiversité des projets d'aménagement liée aux matériaux (biodiversité grise)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viser les matériaux de faible technologie et la sobriété en matières.</li> <li>• Recourir le plus possible à des filières locales.</li> <li>• Réfléchir à la bio-compatibilité des matériaux d'enveloppe.</li> <li>• Privilégier les matériaux biosourcés issues de cultures ou exploitations certifiées ou reconnues pour leurs bénéfices environnementaux.</li> <li>• Anticiper la réversibilité des matériaux et du bâtiment en fin de vie.</li> </ul>

**AXE 6 – Implication citoyenne**

Critère	Recommandations principales
23. Implication des citoyens dans le projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir une concertation active, des outils participatifs variés et un processus de décisions co-construites.</li> <li>• Utilisation d'outils comme les sociotopes pour dresser une cartographie des usages des espaces de nature dans le projet.</li> </ul>
24. Espaces pour l'agriculture urbaine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définir des espaces cultivés en lien avec les habitants et futurs gestionnaires via une démarche participative.</li> <li>• Prévoir de conserver des zones laissées en friche à côté des parcelles cultivées.</li> <li>• Anticiper la qualité des sols par des analyses de pollutions (ETM, HAP, Hydrocarbures) et prévoir les plantations en conséquence.</li> </ul>
25. Sensibilisation à la biodiversité actions éducatives à la nature dans le projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir des démarches participatives et de sensibilisation dès la phase chantier</li> <li>• Utilisation des protocoles de sciences participatives comme outil de sensibilisation et de suivi de la biodiversité dans les espaces communs.</li> <li>• Création de panneaux pédagogiques pour expliquer la gestion écologique et favoriser l'acceptation.</li> <li>• Anticiper les questions de gestion et de perception de la population vis-à-vis des choix liés à la biodiversité.</li> </ul>



Grille perméable et flore spontanée dans un écoquartier à Lille. © Marc Barra

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**



Façade végétalisée « low-tech » à l'Agrocité de Colombes, conçue par les architectes AAA. © Gilles Lecuir

# 6 • ÉVALUER SON PROJET : UNE GRILLE D'INDICATEURS ET DES RESSOURCES

Les indicateurs proposés ci-après ont pour but de guider les acteurs dans les étapes de leurs opérations. Ils sont au nombre de 25 regroupés dans 6 axes thématiques :

- 1 • Sobriété foncière et la conservation des sols à l'échelle planification
- 2 • Adaptation au contexte local
- 3 • Respect des sols et trame brune à l'échelle projet
- 4 • Conception des espaces non bâtis
- 5 • Conception architecturale et le cadre bâti
- 6 • Implication citoyenne

Ce référentiel n'a pas vocation à scorer le projet ni à lui attribuer des points, il vise plutôt à permettre de se positionner par rapport à un niveau d'ambition ou à s'améliorer. En fonction du type de projet, certains indicateurs seront pertinents et d'autres non. Cette section regroupe également les ressources utiles (guides pratiques, outils) pour chacune des thématiques.



Bâtiment recouvert de vigne vierge à Århus, au Danemark. © Marc Barra

**AXE 1 — Sobriété foncière et conservation des sols à l'échelle planification**

Indicateur	Objectif	Insuffisant	Acceptable	Performant
1. Privilégier l'aménagement sur des espaces déjà imperméabilisés	Éviter d'artificialiser des espaces NAF et des espaces végétalisés urbains de pleine terre.	Projet conduisant à imperméabiliser des espaces NAF.	Projet évitant les espaces NAF mais conduisant à imperméabiliser partiellement des espaces végétalisés urbains de pleine terre.	Projet entièrement sur zones déjà imperméabilisées.
2. Cas d'un aménagement dans une friche	Privilégier la densification sur des friches à faible potentiel écologique.	Projet situé sur une friche à enjeu écologique fort (végétalisée).	Projet situé sur une friche à enjeu écologique faible (artificialisée) mais dans une zone à fort potentiel de renaturation.	Projet situé sur une friche à enjeu écologique faible (artificialisée) et dans une zone à faible potentiel de renaturation.
3. Densification maîtrisée et coefficient de pleine terre (échelle planification)	Ne pas augmenter la carence en espaces verts (ou la résorber).	Augmentation du taux de carence à l'échelle de la collectivité.	Maintien du taux de carence à l'échelle de la collectivité.	Diminution du taux de carence à l'échelle de la collectivité.
3.bis Densification maîtrisée et coefficient de pleine terre (échelle opération)	Conserver ou restaurer des espaces végétalisés de pleine terre à l'échelle de l'opération.	< 20% d'espaces végétalisés et de pleine terre.	20-30 % d'espaces végétalisés de pleine terre.	Au-delà de 30 % d'espaces végétalisés de pleine terre.
4. Coefficient de biotope surfacique harmonisé ou équivalent	Dans les secteurs denses, compenser l'absence de pleine terre par la végétalisation du bâti et des dalles.	Aucune végétalisation.	Végétalisation partielle + CBS calculé.	Végétalisation maximale + CBS calculé.

**AXE 2 — Adaptation au contexte local**

Indicateur	Objectif	Insuffisant	Acceptable	Performant
5. Réalisation d'un diagnostic écologique préalable	Réalisation d'un diagnostic écologique incluant les volets faune/flore/habitats, sols, trames, eau et dimension humaine.	Absence de diagnostic écologique.	Diagnostic écologique « 4 saisons » assorti de préconisations faune/flore.	Diagnostic écologique « 4 saisons » assorti de préconisations faune/flore/habitats, sols, trames, eau et dimension humaine.
6. Conserver la nature existante sur le site du projet	Conserver un maximum d'éléments de nature existant sur la parcelle.	Parcelle terrassée sans tenir compte de l'existant.	Préservation de certains éléments désignés par l'expertise écologique.	Préservation de la plupart des éléments de nature patrimoniale et ordinaire/et valorisation dans le projet.
7. Limiter les impacts en phase chantier	Limiter l'impact du chantier sur la biodiversité présente.	Aucune mesure de protection.	Protection minimale des arbres et de la végétation.	Protection des arbres, du sols et des milieux humides. Le calendrier des espèces est respecté tout au long du chantier.
8. Décliner les trames vertes et bleues à l'échelle de l'opération	Intégration des continuités écologiques.	Pas de prise en compte des trames dans le projet.	Trames intégrées sous la forme d'une approche paysagère.	Trames intégrées à partir des inventaires réalisés et/ou d'une modélisation des réseaux écologiques.

9. Décliner la trame noire au sein de l'opération	Réduction de la pollution lumineuse et préservation des espèces nocturnes.	Enjeux relatifs à la pollution lumineuse et à la trame noire pas pris en compte.	Étude d'incidence de la pollution lumineuse et mesures pour en limiter l'impact.	Étude d'incidence de la pollution lumineuse et mesures pour en limiter l'impact. Conception de l'espace est réfléchie en fonction des espèces lucifuges.
---	--	--	--	--

### AXE 3 — Respect des sols et trame brune à l'échelle projet

Indicateur	Objectif	Insuffisant	Acceptable	Performant
10. Diagnostic agro-pédologie et qualité des sols	Connaître la qualité agro-pédologique des sols avant le projet.	Aucun diagnostic.	Diagnostic préalable assorti de préconisations pour préserver les sols de bonne qualité.	Diagnostic préalable assorti de mesures d'évitement et préconisations pour préserver les sols de bonne qualité. Réflexion sur la valorisation des sols en place (réemploi) et leur amélioration.
11. Hydrologie et gestion des eaux pluviales à la parcelle	Gestion intégrée des eaux pluviales à la parcelle.	Rejets dans les réseaux et imperméabilisation.	Eaux de pluies infiltrées à la parcelle et revêtements perméables.	Eaux de pluies infiltrées à la parcelle et revêtements perméables. Aménagements de zones humides.
12. Minimiser l'impact du bâti sur les sols	Mettre en place des solutions pour limiter le terrassement et les fondations lourdes.	Terrassement classique.	Terrassement partiel, mutualisation des stationnements.	Dispositifs pour limiter le contact du bâti avec le sol, mutualisation des stationnements.
13. Déclinaison de la trame brune au sein de l'opération	Maintenir des continuités horizontales et verticales entre les sols.	Trame brune n'est pas déclinée : sols fragmentés, fosses individuelles.	Trame brune partiellement déclinée : continuité des sols au niveau des arbres d'alignement, réflexion sur le volume de sol adapté.	Trame brune déclinée : continuité des sols au niveau des arbres d'alignement, volume de sol optimal pour chaque arbre, limitation du nombre de tranchées et de servitudes enterrées.

### AXE 4 - Conception des espaces non bâtis

Indicateur	Objectif	Insuffisant	Acceptable	Performant
14. Conception écologique des espaces végétalisés	Espaces végétalisés conçus selon des principes écologiques (conservation de l'existant, multiplicité des strates, plantations adaptées au contexte local, etc.).	Espaces conçus selon une logique horticole.	Espaces conçus selon une logique paysagère : palette intégrant des espèces locales, variété de strates et de milieux.	Espaces conçus selon une logique d'espaces à caractère naturel : espèces locales, variété de strates et de milieux.
15. Mettre en place un plan de gestion écologique des espaces végétalisés	Appliquer une gestion écologique et différenciée.	Aucune gestion écologique anticipée ou planifiée.	Cahier des charges ou cartographie déclinant les principes de gestion différenciée.	Cahier des charges déclinant les principes de gestion différenciée et écologique, libre évolution.

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

16. Gestion des espèces à caractère envahissant	Gestion écologique ou tolérance envers les espèces à caractère envahissant en milieu urbain.	Éradication selon des méthodes classiques (abattage, piégeage, capture, etc.) sans évaluation préalable.	Gestion selon des méthodes de génie écologique (pâturage, compétition végétale).	Plan de gestion calibré en fonction des espèces et leur impact avéré. Si gestion, elle s'effectue selon des méthodes de génie écologique (pâturage, compétition végétale).
---	--	--	--	--

**AXE 5 – Conception architecturale et le cadre bâti**

Indicateur	Objectif	Insuffisant	Acceptable	Performant
17. Adapter les formes architecturales à la biodiversité locale	Intégrer les recommandations du diagnostic écologique dans la conception du bâti.	Aucune prise en compte des espèces dans les formes urbaines.	Formes bâties réfléchies afin de réduire l'impact sur le paysage.	Formes bâties réfléchies afin de réduire l'impact sur les espèces et les favoriser.
18. Végétaliser les toitures en quantité et en qualité	Maximiser la végétalisation des toitures et leurs services écosystémiques.	Toitures plates non végétalisées.	Toitures plates végétalisées, mais sans lien avec le contexte local ou l'optimisation des services écosystémiques.	Toitures végétalisées en lien avec le contexte local et en optimisant plusieurs services écosystémiques.
19. Végétaliser les façades en quantité et en qualité	Maximiser la végétalisation des façade.	Aucune façade végétalisée.	Une ou plusieurs façades végétalisées, mais sans lien avec le contexte local.	Une ou plusieurs façades végétalisées, en lien avec le contexte local et en pleine terre (plantes grimpantes).
20. Accueil de l'avifaune sur le bâti	Minimiser les impacts du projet sur l'avifaune.	Aucune mesure pour l'avifaune.	Installation de nichoirs à vocation pédagogique.	Mesures sont prises pour éviter, réduire et compenser les impacts sur les oiseaux (collisions, éclairage). Nichoirs ou espaces pensés en fonction des espèces observées ou potentielles.
21. Accueil des chiroptères sur le bâti	Minimiser les impacts du projet sur les chiroptères.	Aucune mesure pour les chiroptères.	Installation de gîtes ou abris à vocation pédagogique.	Mesures prises pour éviter, réduire et compenser les impacts sur les chauves-souris (cavités, éclairage). Abris ou espaces pensés en fonction des espèces observées ou potentielles.
22. Réduire l'empreinte biodiversité des projets d'aménagement liée aux matériaux (biodiversité grise)	Favoriser la sobriété, les filières locales, le réemploi, les modes de production écologiquement responsables et la réversibilité des ouvrages.	Recours à des matériaux conventionnels (béton, acier, matériaux composites).	Intégration d'une part de matériaux biosourcés, géosourcés ou de réemploi.	Conception visant la sobriété en matières, le recours à des filières locales, la substitution des matériaux traditionnels par des biosourcés et enfin la réversibilité en fin de vie.

### AXE 6 - Implication citoyenne

Indicateur	Objectif	Insuffisant	Acceptable	Performant
23. Impliquer les citoyens dans l'élaboration du projet	Associer les habitants à la définition des espaces de nature.	Aucune consultation ni concertation.	Consultation partielle, quelques mesures adoptées.	Moyens de concertation, co-construction et participation citoyenne ont été mis en place et coordonnés par une équipe spécialisée pour s'assurer que le projet réponde aux attentes des habitants.
24. Mise à disposition d'espaces dédiés pour l'agriculture urbaine	Prévoir des espaces cultivés pour les habitants.	Aucun espace prévu ou destruction d'espaces existants.	Espaces dédiés à des projets d'agriculture urbaine (jardins partagés, vergers, micro-fermes).	Espaces dédiés à des projets d'agriculture urbaine (jardins partagés, vergers, micro-fermes...) et incitation à des pratiques vertueuses (permaculture, agroforesterie urbaine, conservation de zones en friches, etc.).
25. Connaissance de la biodiversité par les habitants	Intégrer des actions éducatives à la nature dans le projet.	Aucune action prévue.	Actions ponctuelles prévues (panneaux, balades, gîtes...).	Actions de sensibilisation et programmes de suivis de la biodiversité via des sciences participatives.



Abris à insectes (plus esthétique que fonctionnel) dans le jardin des Grands Moulins - Abbé Pierre à Paris. © Marc Barra

## **AXE 1. SOBRIÉTÉ FONCIÈRE ET CONSERVATION DES SOLS**

### **INDICATEUR 1. Privilégier l'aménagement sur des espaces déjà imperméabilisés**

<b>OBJECTIF</b>	<b>MESURE ET MODE DE PREUVE</b>
Le projet s'inscrit dans une démarche de sobriété foncière en s'implantant sur des surfaces déjà imperméabilisées (déconstruction/reconstruction, rénovation, surélévation, requalification, etc.).	Avant/après : % d'imperméabilisation de la parcelle.

<b>INSUFFISANT</b>	<b>ACCEPTABLE</b>	<b>PERFORMANT</b>
		
Le périmètre du projet comprend des espaces NAF ou végétalisés et en pleine terre qui seront imperméabilisés en totalité.	Le périmètre du projet évite des espaces NAF mais comprends des espaces végétalisés et en pleine terre qui seront imperméabilisés.	Le périmètre du projet se situe exclusivement sur des espaces déjà imperméabilisés. Aucun espace NAF ou végétalisé de pleine terre n'est imperméabilisé.




N.B. : la notion d'imperméabilisation est ici utilisée afin d'éviter la confusion avec la définition réglementaire de l'artificialisation (nomenclature du ZAN) qui désigne certains espaces de végétation basse comme artificialisés. Ici c'est l'imperméabilisation des sols que l'on cherche en priorité à éviter.

### **RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- Consultez le Mode d'occupation des sols (MOS) de L'Institut Paris Region  
<https://www.institutparisregion.fr/mode-doccupation-du-sol-mos/>
- Consultez le SDRIF-Explorer  
[https://geoweb.iau-idf.fr/webapps/cartoviz2/?id\\_appli=sdrife](https://geoweb.iau-idf.fr/webapps/cartoviz2/?id_appli=sdrife)
- FNE Île-de-France (2025). Loger sans artificialiser.  
<https://fne-idf.fr/system/files/2025-10/ZAN%20%26%20Logements%20-%20LOGER%20SANS%20ARTIFICIALISER.pdf>
- Ministère de la Transition écologique (2021). Guide pratique pour limiter l'artificialisation des sols.  
<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide%20complet.pdf>
- ANAH, Eurométropole de Strasbourg (2018). Vacance des logements. Stratégies et méthodes pour en sortir. [https://www.anah.gouv.fr/sites/default/files/2024-05/201801\\_Guide-Vacance-des-logements.pdf](https://www.anah.gouv.fr/sites/default/files/2024-05/201801_Guide-Vacance-des-logements.pdf)
- Ministère de la Transition Écologique. (2022). Transformer les bureaux en logements : Guide à l'intention des maires.  
[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Fiche\\_8\\_transformation\\_bureaux\\_logements\\_ressources\\_juridiques.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Fiche_8_transformation_bureaux_logements_ressources_juridiques.pdf)
- Selva & Maugin (2023). Atlas du foncier invisible Manuel de mise en situations pour faire « la ville sur la ville » de manière soutenable.  
[https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/atlas\\_du\\_foncier\\_invisible\\_screen.pdf](https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/atlas_du_foncier_invisible_screen.pdf)

## INDICATEUR 2. Cas d'un aménagement dans une friche

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Le porteur de projet fait évaluer au préalable la qualité écologique de la friche et arbitre en fonction de cette évaluation.	Démonstration d'un diagnostic préalable/évaluation écologique de la friche.




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Le projet se situe sur une friche dont l'intérêt pour la biodiversité est fort suite à évaluation ou fait partie d'un réseau écologique plus large.	Le projet se situe sur une friche à faible enjeu écologique (artificialisée) mais dans une zone à fort potentiel de renaturation (cf. outil REGREEN).	Le projet se situe sur une friche à faible enjeu écologique (artificialisée) et située dans une zone à faible potentiel de renaturation (cf outil REGREEN).  Le porteur de projet renonce à s'implanter sur une friche d'intérêt écologique et change de site d'implantation.

### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Outil BENEFRICHES – Évaluer les bénéfices socio-économiques de la reconversion de friches pour lutter contre l'artificialisation.  
<https://bibliothèque.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/3772-evaluer-les-benefices-socio-economiques-de-la-reconversion-de-friches-pour-lutter-contre-l-artificialisation-outil-benefriches.html>
- ARB ÎdF - Friches urbaines et biodiversité.  
<https://www.arb-idf.fr/friches-urbaines-et-biodiversite/>
- Pogéis, l'inventaire des sites à fort potentiel de gain écologique.  
<https://ofb.gouv.fr/pogeis-inventaire-des-sites-a-fort-potentiel-de-gain-ecologique>




### INDICATEUR 3. Densification maîtrisée et coefficient de pleine terre (échelle planification)

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'aménageur s'inscrit dans une démarche de densification sans affecter la carence en espaces verts de la commune dans laquelle il s'implante (voir Plan Vert de la région ÎdF et SDRIF-E).	Évaluation de la carence avant et après le projet Données du Plan vert (carence en termes de ratio (m <sup>2</sup> /habitant), d'accessibilité ou à la fois en termes de ratio et d'accessibilité en proximité).

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Le projet entraîne une augmentation de la carence dans la commune concernée.	Le projet ne modifie pas la carence dans la commune concernée.	Le projet contribue à la réduction de la carence par la création d'espaces végétalisés accessibles à l'occasion de l'opération.

### INDICATEUR 3.bis Densification maîtrisée et coefficient de pleine terre (échelle opération)

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'aménageur s'inscrit dans une démarche de renouvellement urbain et vise entre 30 et 45 % d'espaces végétalisés de pleine terre au sein de l'opération. Cela peut passer par le respect d'un coefficient de pleine terre imposé par la collectivité ou volontaire.	Avant/après : couverture du sol, % de surfaces artificialisées versus de pleine terre.

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
L'opération en renouvellement urbain comporte moins de 20 % d'espaces de pleine terre et végétalisés.	L'opération en renouvellement urbain comporte entre 20 % et 30 % d'espaces de pleine terre et végétalisés.	L'opération en renouvellement urbain comporte plus de 30 % d'espaces de pleine terre et végétalisés.




N.B. : cet indicateur concerne principalement les projets implantés sur des espaces artificialisés (non NAF) afin qu'ils garantissent une part de pleine terre.

#### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Définition de la carence selon le Plan Vert.  
<https://www.iledefrance-nature.fr/wp-content/uploads/2023/12/Definition-de-la-Carence-selon-le-Plan-Vert.pdf>
- DRIEAT (2025). Fiche « PLU - Pleine terre : Quelle obligation réglementaire en Île-de-France ? » présente [une cartographie des communes concernées, ainsi que leur liste \(DRIEAT, 2025\)](#).
- DRIEAT Île-de-France (2025). Coefficients de pleine terre et de biotope : quelques préconisations.  
[https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fiche\\_plu\\_pleine\\_terre\\_vfinale.pdf](https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fiche_plu_pleine_terre_vfinale.pdf)
- L'Institut Paris Region (2021). *Note rapide* N° 884. La pleine terre : nécessité d'une définition partagée dans les PLU.  
[https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/000pack2/Etude\\_2577/NR\\_884\\_web.pdf](https://www.institutparisregion.fr/fileadmin/NewEtudes/000pack2/Etude_2577/NR_884_web.pdf)
- Cerema (2025). Intégrer les coefficients de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables dans la planification : des outils pour les collectivités.  
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/integrer-coefficients-surfaces-non-impermeabilisees-ou-eco>

#### INDICATEUR 4. Coefficient de biotope surfacique harmonisé ou équivalent

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'aménageur intervient en secteur dense et respecte (volontairement ou de façon imposée par la collectivité) un Coefficient de Biotope Surfacique harmonisé (ou équivalent) pour maximiser la végétalisation du bâti ou des dalles, en l'absence de pleine terre.	En secteur dense, un CBS $\geq 0,5$ est généralement considéré comme un bon niveau de performance. L'outil POC CBSH du CSTB peut être utilisé pour garantir la conformité méthodologique.  $CBSH = \frac{\sum(Surface_i \times Coefficient\_biodiversité_i)}{Surface\_totale\_du\_site}$

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Aucune végétalisation des espaces bâtis et sur dalle n'est prévue dans le projet.	Le projet pallie le manque d'espaces de pleine terre par une végétalisation partielle des surfaces (bâti et dalles).	Le projet pallie le manque de pleine terre en végétalisant au maximum les surfaces (bâti et sol).  Présence de plusieurs strates végétales, substrats épais, surfaces significatives.
CBSH < 0,30	0,30 $\leq$ CBSH < 0,50	CBSH $\geq 0,50$




#### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Utilisez le guide du Coefficient de Biotope Surfacique harmonisé.  
[https://cap2030-gt7-biodiv.dimn-cstb.fr/static/documents/20241217\\_Guide\\_CBSH.pdf](https://cap2030-gt7-biodiv.dimn-cstb.fr/static/documents/20241217_Guide_CBSH.pdf)
- Lien de l'outil POC CBSH.  
<https://cap2030-gt7-biodiv.dimn-cstb.fr/webapp/>
- Ademe. (2015). Fiche Le coefficient de biotope par surface (CBS). Cahier technique des écosystèmes.  
<http://multimedia.ademe.fr/catalogues/CTecosystemes/fiches/outil11p6364.pdf>
- CEREMA (2024). Les coefficients de surfaces non imperméabilisées et éco-aménageables : des outils de planification pour préserver les sols en milieu urbain - livrable 3.  
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/etude-coefficients-surfaces-non-impermeabilisees-ou-eco>

## **AXE 2 - ADAPTATION DE L'OPÉRATION AU CONTEXTE LOCAL**

### **INDICATEUR 5. Réalisation d'un diagnostic écologique préalable**

<b>OBJECTIF</b>	<b>MESURE ET MODE DE PREUVE</b>
L'aménageur prévoit la réalisation d'un diagnostic écologique en amont du projet.	Rapport et synthèse remise à l'équipe projet assortie de recommandations.

<b>INSUFFISANT</b>	<b>ACCEPTABLE</b>	<b>PERFORMANT</b>
		
Absence de diagnostic écologique ou diagnostic écologique insuffisant (moins de 1 an, ciblant seulement quelques taxons). Il ne prévoit pas de recommandations.	Un diagnostic écologique « 4 saisons » est réalisé, assorti de préconisations portant principalement sur les espèces à enjeux et leurs habitats.	Un diagnostic écologique « 4 saisons » (sur 2 ans idéalement) est réalisé, assorti de préconisations portant sur l'ensemble des volets, notamment les taxons identifiés, les continuités écologique à l'échelle de la parcelle et du paysage et les sols.  Les préconisations issues du diagnostic permettent de faire évoluer ou d'adapter l'opération par rapport à la phase précédente.




N.B. : cet indicateur s'applique à tous les projets, y compris ceux qui ne sont pas soumis à une évaluation réglementaire des incidences (étude d'impact). Les étapes du diagnostic écologique sont décrites en partie 2.

### **RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- Seine-Saint-Denis Le Département. (2014). Guide de la prise en compte des milieux naturels dans les projets d'aménagement du territoire en Seine-Saint-Denis.  
[https://ressources.seinesaintdenis.fr/IMG/4\\_1.pdf](https://ressources.seinesaintdenis.fr/IMG/4_1.pdf)
- LPO (2018). *Réaliser un diagnostic écologique - Fiche 1 : De quoi parle-t-on ?* (Guide technique Biodiversité & paysage urbain).  
[https://occitanie.lpo.fr/wp-content/uploads/2020/04/fiches\\_biodiversité-paysages-urbains.pdf](https://occitanie.lpo.fr/wp-content/uploads/2020/04/fiches_biodiversité-paysages-urbains.pdf)
- Nordström, M., Sandberg, A., & Ståhle, A. (2012). *Le manuel des Sociotopes : Consulter les habitants et la carte des sociotopes pour planifier l'espace public*. (Traduction AudéLor). Syndicat Mixte pour le SCoT du Pays de Lorient.  
[https://www.nature-en-ville.com/sites/nature-en-ville/files/document/2020-02/manuel\\_sociotopes\\_2012.pdf](https://www.nature-en-ville.com/sites/nature-en-ville/files/document/2020-02/manuel_sociotopes_2012.pdf)
- L'espace DEPOBIO regroupe l'ensemble des ressources liées au processus de versement des données.  
<https://depot-legal-biodiversite.naturefrance.fr/>
- Guide « Espèces protégées, aménagements et infrastructures ».  
[https://www.somme.gouv.fr/content/download/9589/57902/file/EspA\\_ces\\_protA\\_c\\_gA\\_c\\_es\\_V6\\_du29-06-202\\_cle0c3658.pdf](https://www.somme.gouv.fr/content/download/9589/57902/file/EspA_ces_protA_c_gA_c_es_V6_du29-06-202_cle0c3658.pdf)
- Fiche-méthode de l'ADEME sur les études d'impact.  
<http://multimedia.ademe.fr/catalogues/CTecosystemes/fiches/methode9p6061.pdf>
- CEREMA, *Évaluation environnementale, guide d'aide à la définition des mesures ERC*, 2018.  
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/guide-aide-definition-mesures-eviter-reduire-compenser>

## INDICATEUR 6. Conserver la nature existante sur le site du projet

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'opération conserve un maximum d'éléments de nature existant sur la parcelle, identifiés à la suite du diagnostic écologique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartographie des habitats présents et du paysage.</li> <li>• Avant/après : projections du nombre d'arbres et d'habitats (mares, bosquets, massifs, etc.) conservés vs détruits.</li> </ul>




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Les habitats (ou espèces) présents sur les sites ne sont pas pris en compte. La parcelle est terrassée sans tenir compte de l'existant.	L'opérateur a procédé à un diagnostic écologique et s'attache à préserver certains éléments désignés par l'expertise écologique.	L'opérateur a procédé à un diagnostic écologique et conserve la plupart des éléments de nature patrimoniale et ordinaire / espèces existants sur le site du projet.  Le projet est conçu à partir de l'existant et le valorise.

## RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Agence Régionale de la Biodiversité Centre-Val de Loire, (2022), Comment conserver le végétal existant ?  
<https://www.biodiversite-centrevaldeloire.fr/comment-conserver-le-vegetal-existant>
- Grand Paris Aménagement (2015). Charte de protection des arbres existants.  
[https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/g-char-1\\_charte\\_arbres.pdf](https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/g-char-1_charte_arbres.pdf)
  - Paillat, V. (2013). Mesures de conservation de l'arbre existant dans les aménagements urbains.  
<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00873673>
  - Ville de Lyon (2023). *Fiche conseil : protection des arbres existants de la conception à la phase chantier*.  
[https://www.ecophyto-pro.fr/data/fiche\\_conseil\\_protection\\_arbre\\_lyon.pdf](https://www.ecophyto-pro.fr/data/fiche_conseil_protection_arbre_lyon.pdf)
  - CAUE de Seine-et-Marne (2023). *Protection des arbres au titre des articles L151-19 et L151-23 du Code de l'urbanisme*.  
<https://www.patrimoine-environnement.fr/wp-content/uploads/2024/04/CAUE77-Fiche-Protection-des-arbres-PLU.pdf>
  - France Nature Environnement (2024). Arbres et Droit : Le guide juridique.  
<https://fne.org/actualites/dossiers/arbres-et-droit-le-guide-juridique>

**INDICATEUR 7. Limiter les impacts en phase chantier**

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'aménageur met en œuvre des actions ciblées pour éviter ou limiter l'impact du chantier sur la biodiversité présente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation d'un plan d'action et de fiches de suivi.</li> <li>• Attestation de formation des équipes de chantier à la biodiversité.</li> </ul>




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Le porteur de projet n'a pas pris soin de faire évaluer les enjeux de conservation de l'existant. Aucune mesure de protection de la biodiversité en phase chantier n'est prévue.	Sur la base du diagnostic écologique, le porteur de projet a établi une grille d'actions prévoyant une protection minimale des arbres et de la végétation.	Sur la base du diagnostic écologique, le porteur de projet a établi une grille d'actions ainsi qu'une fiche de suivi. Les arbres, les sols et les milieux humides sont protégés. Le calendrier des espèces est respecté tout au long du chantier.

**RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- Bruxelles Environnement. (2025). *Limitation de l'impact du chantier sur la biodiversité*. Guide Bâtiment Durable.  
<https://guidebatimentdurable.brussels/limitation-limpact-chantier-biodiversite>
- État de Genève. *Protection des sols sur les chantiers : Directives techniques*.  
<https://www.ge.ch/document/16600/telecharger>
- Fédération Française du Bâtiment (FFB). *Biodiversité et chantiers de bâtiment : Construire en préservant la nature*.  
<https://www.ffbatiment.fr/-/media/Project/FFB/FFB/Guides/PDF/biodiversite-et-chantiers-de-batiment.pdf>
- Fédération Nationale des Travaux Publics (2024). *Kit sensibilisation biodiversité*.  
<https://www.fntp.fr/biodiversite-dans-les-travaux-publics-kit-de-sensibilisation/>
- Nord Nature Chico Mendès, LPO, & ERC Hauts-de-France. (2020). Guide technique : Biodiversité et chantiers.  
<https://erc-hdf.fr/wp-content/uploads/2020/02/guide-biodiversite-et-chantiers.pdf>
- Muséum National d'Histoire Naturelle, GRDF, la Fédération Nationale des Travaux Publics et ENGIE Lab CRIGEN (2016). Guide d'identification et de gestion des espèces végétales exotiques envahissantes sur les chantiers de travaux publics  
[https://www.fntp.fr/wp-content/uploads/2024/05/leguide\\_v5-pdf-interactif.compressed.pdf](https://www.fntp.fr/wp-content/uploads/2024/05/leguide_v5-pdf-interactif.compressed.pdf)

### INDICATEUR 8. Décliner les trames vertes et bleues à l'échelle de l'opération

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'aménageur oriente son projet en fonction des enjeux de trames identifiés dans les documents supérieurs (SRCE, SDRIF-E, schémas TVB inscrits au SCoT ou PLU/i) et assure la retranscription au sein de l'opération.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preuves de la prise en compte de la TVB à toutes les échelles.</li> <li>• Étude de modélisation du déplacement des espèces dans le projet (type Graphab ou Biodispersal).</li> </ul>




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Le projet n'aborde pas le thème des continuités écologiques dans l'opération et n'a pas pris en compte les documents disponibles aux échelles supérieures (SDRIF-E, SRCE, SCoT, PLU/i, etc.).	Les documents relatifs aux continuités écologiques sont consultés et intégrés au projet à travers une analyse du paysage, sans pour autant considérer les déplacements des espèces.	Les documents relatifs aux continuités écologiques sont consultés et intégrés au projet. En complément, une analyse fine du paysage et une étude du déplacement des espèces est effectuée pour modéliser les réseaux écologiques au sein de l'opération. Ce travail est effectué pour les différentes trames.

### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Les passages à faune : un guide complet du Cerema pour créer et entretenir les continuités écologiques au niveau des infrastructures.  
<https://www.cerema.fr/fr/actualites/passages-faune-guide-complet-du-cerema-creer-entretenir>
- Agence de Développement et d'Urbanisme de l'Agglomération Strasbourgeoise (ADEUS) (2013). *Comment concevoir un projet d'aménagement pour qu'il prenne en compte la biodiversité ?* (Fiche Trame Verte et Bleue n° 8).  
[https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references\\_bibliographiques/tvb\\_fiche-8-web.pdf](https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/tvb_fiche-8-web.pdf)
- Syndicat Mixte pour le Schéma de Cohérence Territoriale du Pays de Lorient (2014). *Comment intégrer la Trame Verte et Bleue dans les documents d'urbanisme et les opérations d'aménagement ?* (Guide pratique – SCoT Pays de Lorient).  
<https://www.trameverteetbleue.fr/documentation/references-bibliographiques/comment-integrer-trame-verte-bleue-dans-documents>
- Fanny Samper (2022). *Modélisation de réseaux écologiques pour l'aide à la décision dans le cadre d'un projet de renouvellement urbain*.  
[https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04086698v1/file/SAMPER\\_Fanny\\_Geographie\\_2022.pdf](https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04086698v1/file/SAMPER_Fanny_Geographie_2022.pdf)

**INDICATEUR 9. Décliner la trame noire au sein de l'opération**

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'aménageur porte une attention particulière à la lutte contre la pollution lumineuse et s'emploie à préserver des réseaux d'obscurité pour les espèces nocturnes au sein de l'opération.	Avant/après : diagnostic lumière.

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Les enjeux relatifs à la pollution lumineuse et à la trame noire ne sont pas pris en compte.	Une étude d'incidence de la pollution lumineuse est réalisée et des mesures sont mises en place pour limiter l'impact de la lumière.	Une étude d'incidence de la pollution lumineuse est réalisée et des mesures sont mises en place pour limiter l'impact de la lumière, voire supprimer l'éclairage dans les zones végétalisées. La conception de l'espace est réfléchiée en fonction des espèces lucifuges identifiées lors du diagnostic.




**RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- N. Cornet, L. Touzain, L'Institut Paris Region (2021). *La trame lumineuse, un nouveau concept au service d'un environnement nocturne apaisé.*  
<https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/la-trame-lumineuse-un-nouveau-concept-au-service-dun-environnement-nocturne-apaise/>
- Sordello, R., Paquier, F., & Daloz, A. (2021). *Trame noire-Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre.* Office français de la biodiversité.  
[https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references\\_bibliographiques/guide\\_trame\\_noire\\_ofb\\_ums\\_cpa39\\_mai.pdf](https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/guide_trame_noire_ofb_ums_cpa39_mai.pdf)
- Cerema (2020). Intégrer les enjeux de biodiversité nocturne dans la planification et les outils opérationnels.  
<https://www.ecoquartiers.logement.gouv.fr/assets/articles/documents/aube-fiche-2-integrer-les-enjeux-de-biodiversite-nocturne-dans-la-planification-et-les-outils-operationnels.pdf>
- TerrOïko (2023). Production d'une cartographie de la pollution lumineuse à l'échelle de la Métropole du Grand Paris - « Analyse de l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité ».  
<https://metropole-grand-paris.opendata.arcgis.com/search?q=pollution%20lumineuse&tags=trame%2520noire>

### AXE 3 – RESPECT DES SOLS ET DE LA TRAME BRUNE

#### INDICATEUR 10. Diagnostic agro-pédologie et qualité des sols

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Dans le cadre du diagnostic écologique, un volet agro-pédologique est prévu pour connaître les sols en place.	Réalisation d'un diagnostic agro-pédologique et préconisations.




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Les sols n'ont pas fait l'objet d'un diagnostic hormis sur des aspects réglementaires (argiles, pollutions, etc.).	Les sols ont fait l'objet d'un diagnostic préalable assorti de préconisation pour préserver les sols de bonne qualité.	Les sols ont fait l'objet d'un diagnostic préalable assorti de préconisation pour préserver les sols de bonne qualité.  Un plan d'action est mis en place pour limiter les apports de terre végétale exogène et favoriser le réemploi des terres excavées.  Les sols dégradés sont améliorés par des techniques de génie écologique.

#### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Leleux A., Dagois R. (coord.), 2025. *Connaitre et évaluer la biodiversité des sols. Guide opérationnel pour les milieux urbains*. Plante & Cité, Angers. 54 p.  
[https://www.ressources.plante-et-cite.fr/GEIDFile/connaitre-evaluer-biodiversite-sols-180dpi.pdf?Archive=193910291119&File=Guide\\_operationnel\\_%3A\\_connaitre\\_et\\_evaluer\\_la\\_biodiversite\\_des\\_sols](https://www.ressources.plante-et-cite.fr/GEIDFile/connaitre-evaluer-biodiversite-sols-180dpi.pdf?Archive=193910291119&File=Guide_operationnel_%3A_connaitre_et_evaluer_la_biodiversite_des_sols)
- Calvaruso, Ch., Blanchart, A., Bertin, S., Grand, C., Pierart, A. & Eglin, T. (2021). *Quels paramètres du sol mesurer pour évaluer les fonctions et les services écosystémiques associés ? Revue de la littérature et sélection de paramètres en ateliers participatifs*. *Étude et Gestion des Sols*, 28, 3–29.  
[https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2023/04/EGS\\_2021\\_28\\_Calvaruso\\_03-29.pdf](https://www.afes.fr/wp-content/uploads/2023/04/EGS_2021_28_Calvaruso_03-29.pdf)
- INRAE (2019). *Guide REFUGE : Guide pour caractériser la qualité des sols et évaluer les risques sanitaires liés à la contamination des sols urbains*.  
[https://www.inrae.fr/sites/default/files/guide\\_refuge.pdf](https://www.inrae.fr/sites/default/files/guide_refuge.pdf)
- ADEME (2017). *Les bio-indicateurs de l'état des sols principe et exemples d'utilisation*.  
<https://www.eodd.fr/wp-content/uploads/2017/06/Bio-indicateurs.pdf>
- LPO (2022). *Sols vivants – Alternatives à l'artificialisation des sols et réhabilitation des sols dégradés*.  
[https://occitanie.lpo.fr/wp-content/uploads/2022/10/LIVRABLE-SOLS-VIVANTS\\_Web.pdf](https://occitanie.lpo.fr/wp-content/uploads/2022/10/LIVRABLE-SOLS-VIVANTS_Web.pdf)
- Cousin et al., (2024). *Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs*. Synthèse du rapport d'étude, INRAE.  
<https://www.calameo.com/inrae/read/006800896dffb7860efe?authid=EmLZJ5raMpVD>

## INDICATEUR 11. Hydrologie et gestion des eaux pluviales à la parcelle

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'aménageur vise à gérer l'ensemble des eaux pluviales sur la parcelle en maintenant la perméabilité des sols et en favorisant les milieux humides au sein du projet.	Réalisation d'un volet « hydrologie et zones humides » lors du diagnostic hydrologique et préconisations.




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
L'hydrologie de la parcelle n'a pas été prise en compte. Les eaux de pluies sont gérées par des infrastructures grises et rejetées dans les réseaux.	Les eaux de pluies sont infiltrées à la parcelle et la plupart des revêtements sont perméables.	Les eaux de pluies sont infiltrées à la parcelle, la plupart des revêtements sont perméables et les aménagements d'infiltration (noues, mares, jardins de pluie) sont pensés comme des milieux humides fonctionnels pour la biodiversité.
Dans tous les cas, se référer au zonage pluviale. En cas d'impossibilité d'infiltration, voir dispositifs de végétalisation hors sol.		

### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Se référer au zonage pluvial pour connaître les possibilités d'infiltration localement en Île-de-France.  
[https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/sad\\_eau\\_pluvial\\_urbanisme\\_web.pdf](https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/sad_eau_pluvial_urbanisme_web.pdf)
- Est Ensemble (2018). Guide de l'eau dans l'aménagement urbain.  
[https://www.est-ensemble.fr/sites/default/files/Ddp/guide\\_de\\_leau\\_dans\\_lamenagement\\_urbain\\_0.pdf](https://www.est-ensemble.fr/sites/default/files/Ddp/guide_de_leau_dans_lamenagement_urbain_0.pdf)
- Union Sociale pour l'Habitat (2024). Repères n°133 - Les solutions pour une meilleure gestion de l'eau à la parcelle et dans le logement.  
[https://www.union-habitat.org/sites/default/files/articles/documents/2024-05/ush\\_reperes\\_133\\_gestion\\_de\\_l\\_eau.pdf](https://www.union-habitat.org/sites/default/files/articles/documents/2024-05/ush_reperes_133_gestion_de_l_eau.pdf)
- ARB Île-de-France (2018). Gestion des eaux pluviales et biodiversité : revue bibliographique et préconisations.  
[https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/ARB/Articles/fichiers/Gestion\\_des\\_eaux\\_pluviales\\_et\\_biodiversite/ouvrages\\_eaux\\_pluviales\\_biodiversite\\_arbidf.pdf](https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorageKit/ARB/Articles/fichiers/Gestion_des_eaux_pluviales_et_biodiversite/ouvrages_eaux_pluviales_biodiversite_arbidf.pdf)
- SDEA (2022). Guide pratique pour la gestion des eaux pluviales en domaine privé.  
[https://www.sdea.fr/images/SDEA/GEPUGuide\\_pratique\\_particulier\\_WEB.pdf](https://www.sdea.fr/images/SDEA/GEPUGuide_pratique_particulier_WEB.pdf)
- Cerema (2015). Intégrer les milieux humides dans l'aménagement d'un quartier.  
<https://www.zones-humides.org/sites/default/files/fichiers/FICHE-amenagement.pdf>
- Cerema (2017). Prendre en compte les milieux humides dans l'aménagement : le cas des ÉcoQuartiers.  
<https://www.ecoquartiers.logement.gouv.fr/assets/articles/documents/prendre-en-compte-les-milieux-humides-dans-l-amenagement-le-cas-des-ecoquartiers.pdf>
- SNPN (2025). Zones Humides Infos n° 109 - Zones humides : un atout pour des villes résilientes.  
[https://www.snpn.com/wp-content/uploads/2025/01/ZONES\\_HUMIDES\\_INFOS\\_N109.pdf](https://www.snpn.com/wp-content/uploads/2025/01/ZONES_HUMIDES_INFOS_N109.pdf)
- Les moustiques dans les ouvrages de gestion alternative des eaux pluviales en ville ? | Retour sur l'Étude exploratoire OTHU 2016 | Exemple des bassins d'infiltration et rétention de la Métropole de Lyon.  
<https://www.graie.org/othu/pdfothu/SYNTHESEGRAIE-Moustiques-OTHU2017.pdf>

## INDICATEUR 12. Minimiser l'impact du bâti sur les sols

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Minimiser l'impact du bâti sur les sols, par des innovations architecturales ou l'optimisation des usages fonciers.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Part de surfaces bâties ou revêtues de façon réversibles pour les sols.</li> <li>Part de surface libérée au sol grâce à des dispositifs (pilotis, superposition des usages, mutualisation des stationnements, etc.).</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
L'implantation des surfaces bâties est majoritairement en contact direct avec le sol. Le stationnement se fait majoritairement en surface.	Mutualisation des stationnements (ex. Parking silo), intensification des usages.	Dispositifs pour limiter le contact du bâti avec le sol (ex. Pieux vissés ou pilotis), mutualisation des stationnements et infrastructures (ex. parking silo).

### RESSOURCES ET OUTILS UTILES




- Étude – Parking silo – ESSEC & Banque des Territoires – 2025.  
[https://www.banquedesterritoires.fr/sites/default/files/2025-08/Étude\\_ESSEC-BdT\\_2024\\_vF3.pdf](https://www.banquedesterritoires.fr/sites/default/files/2025-08/Étude_ESSEC-BdT_2024_vF3.pdf)



Les sols abritent plus de 25% de la biodiversité connue. © Gilles Lecuir

### INDICATEUR 13. Déclinaison de la trame brune au sein de l'opération

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
L'aménageur s'emploie à maintenir des continuités horizontales et verticales entre les sols, à l'intérieur de l'opération et en connexion avec l'extérieur.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartographie des sols et de la trame brune projetée.</li> <li>• Cartographie des servitudes et réseaux enterrés.</li> <li>• Volumes des fosses de plantations.</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Les sols n'ont pas fait l'objet d'un diagnostic agro-pédologique et le concept de trame brune n'est pas décliné dans le projet.	Les sols ont fait l'objet d'un diagnostic agro-pédologique et le concept de trame brune est partiellement décliné dans le projet (continuité des sols au niveau des arbres d'alignement, réflexion sur le volume de sol adapté).	Les sols ont fait l'objet d'un diagnostic agro-pédologique et le concept de trame brune est décliné dans le projet : continuité des sols au niveau des arbres d'alignement et avec les espaces végétalisés, volume de sol optimal pour chaque arbre, limitation du nombre de tranchées et de servitudes enterrées pour les réseaux.




### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Robin Chalot, « La Trame Brune », Habitat et qualité de vie, 21 septembre 2016.  
<https://www.habitatqualitedevie.fr/inspirations/la-trame-brune/>
- PUCA - Plan Urbanisme Construction Architecture (2019). Trame brune : l'enjeu du sol vivant dans l'aménagement urbain.  
[https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/trame\\_brune\\_vf\\_.pdf](https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/trame_brune_vf_.pdf)
- UPGE - Union des Professionnels du Génie Écologique (2022). Note de cadrage : Définition de la trame brune.  
<https://www.genie-ecologique.fr/wp-content/uploads/2022/03/Note-de-cadrage-Definition-de-la-trame-brune-v5.pdf>
- Limoges Métropole (2022). Trame brune de Limoges Métropole - Phase 1 : Approche méthodologique.  
[https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references\\_bibliographiques/trame\\_brune\\_de\\_limoges\\_metropole\\_-\\_phase\\_1\\_approche\\_methodologique-1.pdf](https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/trame_brune_de_limoges_metropole_-_phase_1_approche_methodologique-1.pdf)
- Plante & Cité (2019). Conceptualisation et intégration de la « trame brune » dans les documents de planification urbaine.  
<https://www.ressources.plante-et-cite.fr/KENTIKA-19188029124919062019-Conceptualisation-et-integrati.htm>
- FREDON Grand Est (2024). Bulletin d'information - La Trame brune : Préserver la biodiversité des sols.  
[https://fredon.fr/grand-est/sites/default/files/DOC%20POLE%20ENVIRO/DEPECHE%20VERTE/Bulletin%20info-juin2024\\_trame%20brune.pdf](https://fredon.fr/grand-est/sites/default/files/DOC%20POLE%20ENVIRO/DEPECHE%20VERTE/Bulletin%20info-juin2024_trame%20brune.pdf)
- Cerema / IRSTV (2023). TRAMEBIOSOL : Des méthodes pour la prise en compte de la biodiversité des sols dans la planification urbaine.  
[https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references\\_bibliographiques/tramebiosol\\_baum\\_web.pdf](https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/tramebiosol_baum_web.pdf)

## AXE 4 - PRISE EN COMPTE DU VIVANT DANS LES ESPACES NON BÂTIS

### INDICATEUR 14. Conception écologique des espaces végétalisés

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Les espaces non bâtis seront végétalisés au maximum et conçus selon des principes écologiques (conservation de l'existant, multiplicité des strates, plantations adaptées au contexte local, etc.), en rapport avec le diagnostic écologique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de conception des espaces végétalisés.</li> <li>• Palette végétale utilisée.</li> <li>• Cartographie du paysage au sein du projet et avec l'extérieur.</li> </ul>




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Les espaces végétalisés sont conçus selon une démarche horticole : variétés principalement horticoles choisies pour l'esthétique.	Les espaces végétalisés sont pensés selon une démarche paysagère : palette intégrant des espèces locales, une variété de strates et de milieux.	Les espaces végétalisés sont pensés comme des espaces à caractère naturel : conservation de la végétation existante, plantation d'espèces locales et réflexions sur l'adaptation au changement climatique, des ressources laissées pour la faune (baies, boue, etc.). Une place est également laissée à l'expression de la végétation spontanée.

### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Plante & Cité (2024). Aménagements arbustifs urbains : concevoir et gérer (Guide technique). [https://www.ressources.plante-et-cite.fr/GEIDFile/guide\\_p\\_c\\_arbustes\\_compressed.pdf?Archive=192660291084&File=Guide%5Ftechnique%5F%22amenagements%5Farbustifs%5Furbains%5F%3A%5Fconcevoir%5Fet%5Fgerer%22](https://www.ressources.plante-et-cite.fr/GEIDFile/guide_p_c_arbustes_compressed.pdf?Archive=192660291084&File=Guide%5Ftechnique%5F%22amenagements%5Farbustifs%5Furbains%5F%3A%5Fconcevoir%5Fet%5Fgerer%22)
- Plante & Cité (2023). Conception écologique d'un espace public paysager. [https://www.bourgognefranchecomte.fr/sites/default/files/2024-09/Biodiversit%C3%A9%20-%202023\\_guide\\_conception\\_ecologique\\_espace\\_public\\_paysager\\_1.pdf](https://www.bourgognefranchecomte.fr/sites/default/files/2024-09/Biodiversit%C3%A9%20-%202023_guide_conception_ecologique_espace_public_paysager_1.pdf)
- La liste des espèces bénéficiant de la marque ainsi que celle des producteurs sont disponibles sur le site. [www.vegetal-local.fr](http://www.vegetal-local.fr)

**INDICATEUR 15. Mettre en place un plan de gestion écologique des espaces végétalisés**

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
<p>Dans la continuité avec l'indicateur précédent, l'aménageur anticipe la gestion future de ces espaces en prévoyant d'appliquer une gestion écologique et différenciée.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de gestion différenciée.</li> <li>• Carnet de gestion déclinant les principes écologiques adaptés au site.</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
<p>La gestion écologique et différenciée des espaces végétalisés n'est ni anticipée ni planifiée.</p>	<p>Un cahier des charges a été rédigé pour décliner des principes de gestion différenciée.</p>	<p>Un cahier des charges a été rédigé pour décliner des principes de gestion différenciée et écologique : zonage, fauche annuelle ou bisannuelle tardive, zones laissées en libre évolution, gestion économe de l'eau, compostage.</p>

**RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- Consultez les ressources du label EcoJardin.  
<https://www.label-ecojardin.fr/>
- Pourquoi et comment favoriser la spontanéité écologique en ville ?  
<https://metropolitiques.eu/Pourquoi-et-comment-favoriser-la-spontaneite-ecologique-en-ville.html>
- Flandin, J. & Parisot, Chr. 2016, Guide de gestion écologique des espaces publics et privés – Natureparif, 188p.  
<https://www.actu-environnement.com/media/pdf/natureparif-gestion-ecologique.pdf>



Gestion écologique des espaces de nature dans une résidence à Nantes. © Gwendoline Grandin

## INDICATEUR 16. Gestion des espèces à caractère envahissant

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Les espèces à caractère envahissant (si présentes au sein de l'opération), sont gérées (ou non) en fonction de l'appréciation de l'écologue / naturaliste. Elles peuvent être tolérées ou gérées selon des principes de génie écologique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartographie de présence et répartition des espèces envahissantes.</li> <li>• Détail des mesures de gestion ou de non-gestion par espèce.</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Les espèces à caractère envahissant sont systématiquement éradiquée selon des méthodes classiques (abatage, piégeage, capture, etc.) sans prendre soin d'évaluer leur caractère impactant pour la biodiversité locale.	Les espèces à caractère envahissant sont gérées selon des méthodes de génie écologique (pâturage, compétition végétale).	Les espèces à caractère envahissant ont fait l'objet d'une étude de leur impact avéré et un plan de gestion est mise en place en fonction. Certaines sont tolérées et intégrées au projet, les autres sont gérées selon des méthodes de génie écologique (pâturage, compétition végétale).




### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Quelles relations entre espèces exotiques envahissantes et biodiversité en Île-de-France ?  
<https://www.arb-idf.fr/quelles-relations-entre-especes-exotiques-envahissantes-et-biodiversite-en-ile-de-france/>
- Cycle de webinaires « Les fausses bonnes idées », 2024. #1. Les espèces exotiques envahissantes.  
<https://www.arb-idf.fr/cycle-de-webinaires-les-fausses-bonnes-idees/>
- Varray S., 2025. Le contrôle biologique des plantes exotiques envahissantes en France – Synthèse bibliographique. Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 35 pages.  
<https://reseau-cen.org/wp-content/uploads/lutte-biologiqueeeee.pdf>
- Dommanget, F., Evette, A., Piola, F., Rouifed, S., & Brasier, W. (2019). État de l'art des techniques de génie végétal pour contrôler les renouées. *Sciences Eaux & Territoires*, (27), 74–79.  
<https://revue-set.fr/article/view/6814/22206>
- Cohen et al., Les plantes invasives en ville, dans Machon et al., (coord), Écologie urbaine: connaissances, enjeux et défis de la biodiversité en ville, Chapitre 18, Quae, pp.140-147, 2025, Synthèses, 978-2-7592-4131-6.  
[https://hal.science/hal-05452198v1/file/2023-16-Écologie%20urbaine\\_Cohen%20et%20aL\\_FEE.pdf](https://hal.science/hal-05452198v1/file/2023-16-Écologie%20urbaine_Cohen%20et%20aL_FEE.pdf)

## AXE 5 - PRISE EN COMPTE DU VIVANT DANS LA CONCEPTION ARCHITECTURALE ET LE CADRE BÂTI

### INDICATEUR 17. Adapter les formes architecturales à la biodiversité locale

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Les formes urbaines sont pensées en rapport avec le paysage local et aux résultats du diagnostic écologique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostic écologique mobilisé pour la réalisation du plan masse.</li> <li>• Documents démontrant que les formes architecturales ont été adaptées.</li> </ul>




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
La morphologie, l'orientation et les formes du bâti ne prennent pas en compte les recommandations du diagnostic écologique.	La morphologie, l'orientation et les formes du bâti ont été réfléchies pour réduire l'impact sur le paysage (notamment en lien avec la TVB).	La morphologie, l'orientation, les formes du bâti, les matériaux et leur rugosité ont été pensés par rapport aux espèces décrites lors du diagnostic écologique ou ciblées pour coloniser le site.

### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Flégeau, M., 2020, formes urbaines et biodiversité un état des connaissances.  
[https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/morgane\\_flegeau\\_baumwebv3.pdf](https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/morgane_flegeau_baumwebv3.pdf)
- Leger-Smith et al., 2025. Formes urbaines au prisme du vivant - Cinq quartiers résidentiels toulousains.  
[https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/morphobiot\\_01\\_60.pdf](https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/morphobiot_01_60.pdf)
- Synthèse du colloque final du programme BAUM, coorganisé par le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA) et l'Office français de la biodiversité (OFB), septembre 2023.  
<https://www.nature-en-ville.com/sites/nature-en-ville/files/document/2026-02/doc00085762.pdf>
- Thomas Boutreux. L'habitat collectif : des communs pour cohabiter avec la biodiversité?: Une recherche-action en écologie et géographie pour la soutenabilité urbaine. Ecologie, Environnement. Université Claude Bernard- Lyon I, 2024.  
<https://theses.hal.science/tel-04902665v1/file/TH2024BOUTREUXTHOMAS.pdf>

## INDICATEUR 18. Végétaliser les toitures en quantité et en qualité

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Les toitures plates ou de faible pente sont végétalisées en tenant compte des recommandations du diagnostic écologique et du contexte local.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surface de toits couverte par une végétalisation par rapport à la surface totale des toitures.</li> <li>• Principes de conception de la toiture végétalisée et description des services écosystémiques visés.</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Le projet comporte des toitures plates qui ne sont pas végétalisés.	Les toitures plates sont végétalisées, mais sans lien avec le contexte local ou réflexion sur l'optimisation des services écosystémiques.	Les toitures sont végétalisées, en lien avec le contexte local et en cherchant à optimiser plusieurs services écosystémiques.

### RESSOURCES ET OUTILS UTILES




- Ouvrage « Végétalisation biodiversée et biosolaire des toitures ».  
<https://www.eyrolles.com/BTP/Livre/vegetalisation-biodiversée-et-biosolaire-des-toitures-9782212675900/>
- Ville de Lausanne. Toitures végétalisées : Guide de recommandations. Pourquoi et comment accueillir la nature sur son toit.  
[https://www.lamaisonnature.ch/wp-content/uploads/2014/08/Brochure\\_ToitureVegetale\\_FINAL\\_Mail-1.pdf](https://www.lamaisonnature.ch/wp-content/uploads/2014/08/Brochure_ToitureVegetale_FINAL_Mail-1.pdf)
- Guide des toitures végétalisées et cultivées - Mairie de Paris, 2018.  
<https://urbanisme-bati-biodiversite.fr/IMG/pdf/document.pdf>



Mare temporaire sur la toiture végétalisée de l'école des Amandiers, à Paris. © Gilles Lecuir

**INDICATEUR 19. Végétaliser les façades en quantité et en qualité**

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Certaines façades sont végétalisées en tenant compte des recommandations du diagnostic écologique et du contexte local.	Surface couverte par un mur végétalisé ou des plantes grimpantes par rapport au total des surfaces de façades.




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Le projet ne comporte aucune façade végétalisée.	Une ou plusieurs façades sont végétalisées, mais sans lien avec le contexte local ou les préconisations du diagnostic écologique.	Une ou plusieurs façades sont végétalisées, en lien avec le contexte local et les préconisations du diagnostic écologique. Les systèmes à forte empreinte écologique (consommation d'eau, matérialité) sont évités au profit de systèmes en pleine terre.

**RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- Plante & Cité Favoriser et connaître la biodiversité des murs. Guide pratique.  
[https://www.ressources.plante-et-cite.fr/GEIDFile/DOSSIER\\_GUIDE\\_FAVORISER\\_LA\\_BIODIVERSITE\\_DES\\_MURS\\_compressedOK.pdf?Archive=192840291002&File=Guide\\_pratique\\_\\_Favoriser\\_et\\_connaître\\_la\\_biodiversite\\_des\\_murs](https://www.ressources.plante-et-cite.fr/GEIDFile/DOSSIER_GUIDE_FAVORISER_LA_BIODIVERSITE_DES_MURS_compressedOK.pdf?Archive=192840291002&File=Guide_pratique__Favoriser_et_connaître_la_biodiversite_des_murs)
- La Ville de Paris propose de nombreuses ressources pratiques pour la végétalisation des toits et des façades.  
<https://www.paris.fr/pages/la-vegetalisation-du-bati-21439#:~:text=En%202020%2C%20la%20Ville%20s,ur%20la%20p%C3%A9riode%202020%2D%202026.>
- Bruxelles Environnement, Planter et entretenir les plantes grimpantes.  
<https://environnement.brussels/pro/gestion-environnementale/gerer-les-batiments-et-les-sites/planter-et-entretenir-les-plantes-grimpantes>
- ARB Centre Val-de-Loire, Planter des plantes grimpantes.  
[https://www.biodiversite-centrevaldeloire.fr/sites/default/files/content/ressources/pdf/2025-09/Les%20plantes%20Grimpantes%20-%20BD\\_compressed.pdf](https://www.biodiversite-centrevaldeloire.fr/sites/default/files/content/ressources/pdf/2025-09/Les%20plantes%20Grimpantes%20-%20BD_compressed.pdf)

## INDICATEUR 20. Accueil de l'avifaune sur le bâti

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Minimiser les impacts du projet sur l'avifaune et intégrer les oiseaux dans la conception des espaces végétalisés et le bâti, en s'appuyant sur des recommandations de spécialistes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude des oiseaux dans le diagnostic écologique et justification écologique des dispositifs retenus.</li> <li>• Plans et documents techniques.</li> </ul>




INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Aucune mesure pour réduire l'impact du projet sur l'avifaune.	Installation de nichoirs à vocation pédagogique sans étude préalable sur les conditions d'accueil des espèces locales (dimensions, orientation, hauteur).	<p>Les oiseaux ont été étudiés en amont lors du diagnostic écologique. Des mesures sont prises pour éviter, réduire et compenser les impacts du projet sur ces espèces (collisions, éclairage).</p> <p>La conception des espaces végétalisés vise à favoriser les espèces observées. La conception du bâti intègre des abris ou nichoirs pensés en fonction des espèces observées ou potentielles.</p>

## RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- Habitat vivant : co-habiter avec la faune dans le bâti », réalisé par le service Développement Durable (MaisonEcoHuis) de la commune de Saint-Gilles en Belgique.  
<https://sosmartinets.com/2025/10/01/co-habiter-avec-la-faune-dans-le-bati/>
- LPO. (s.d.). *Nichoirs ou abris directement inclus dans l'isolation extérieure*. Ligue pour la Protection des Oiseaux.  
<https://www.lpo.fr/la-lpo-en-actions/mobilisation-citoyenne/nature-en-ville/fiches-conseils-nature-en-ville/nichoirs-ou-abris-directement-inclus-dans-l-isolation-exterieure>
- Concevoir les nichoirs pour répondre aux besoins des oiseaux (Bruxelles bâtiment durable).  
<https://guidebatimentdurable.brussels/nichoirs-oiseaux/concevoir-nichoirs-repondre-besoins-oiseaux>
- Le site <https://nichoirs.net/> propose des modèles adaptés aux espèces à concevoir facilement.
- Ce guide récapitule l'ensemble des dispositifs pour éviter les impacts du verre sur les oiseaux.  
[https://www.biodiversiteetbati.fr/Files/Other/Doc%20complementaires/Les%20oiseaux%20le%20verre%20et%20la%20lumie\\_re%20-%20ASPAS.pdf](https://www.biodiversiteetbati.fr/Files/Other/Doc%20complementaires/Les%20oiseaux%20le%20verre%20et%20la%20lumie_re%20-%20ASPAS.pdf)

**INDICATEUR 21. Accueil des chiroptères sur le bâti**

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Minimiser les impacts du projet sur les chiroptères et intégrer les chauves-souris dans la conception des espaces végétalisés et le bâti, en s'appuyant sur des recommandations de spécialistes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude des chiroptères dans le diagnostic écologique et justification écologique des dispositifs retenus.</li> <li>Plans et documents techniques.</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Aucune mesure pour réduire l'impact du projet sur les chiroptères.	<p>Installation d'abris ou gîtes à vocation pédagogique sans étude préalable sur les conditions d'accueil des espèces locales (dimensions, orientation, hauteur).</p> <p>Des mesures sont prises pour éviter, réduire et compenser les impacts du projet sur ces espèces.</p>	<p>Les chiroptères ont été étudiés en amont lors du diagnostic écologique. Des mesures sont prises pour éviter, réduire et compenser les impacts du projet sur ces espèces.</p> <p>La conception des espaces végétalisés vise à favoriser les espèces observées. La conception du bâti intègre des abris ou gîtes pensés en fonction des espèces observées ou potentielles.</p>

**RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- Préservation des chiroptères et isolation thermique des bâtiments.  
[https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/604125/preservation-des-chiropteres-et-isolation-thermique-des-batiments-etat-des-lieux-des-connaissances-e?\\_lg=fr-FR](https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/604125/preservation-des-chiropteres-et-isolation-thermique-des-batiments-etat-des-lieux-des-connaissances-e?_lg=fr-FR)
- SFEPM a publié un recueil d'expériences des aménagements pour une meilleure cohabitation Chiroptères-Homme en milieu bâti :
- Eurobats. (2024). *Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les bâtiments : isolation et matériaux de revêtement* (Publication n° 10).  
<https://www.eurobats.org/sites/default/files/document/2025-10/Lignes%20directrices%20pour%20la%20prise%20en%20compte%20des%20chauves-souris%20dans%20les%20bâtiments%20%20isolation%20et%20matériaux%20de%20revêtement.pdf>
- Nowicki, F. (2018). *L'isolation thermique et les chiroptères : Note technique*. Groupe Mammalogique Breton (GMB).  
[https://gmb.bzh/wp-content/uploads/2018/09/pdf\\_Chiro\\_isolation\\_thermique\\_FNowicki.pdf](https://gmb.bzh/wp-content/uploads/2018/09/pdf_Chiro_isolation_thermique_FNowicki.pdf)

**INDICATEUR 22. Réduire l'empreinte biodiversité des projets d'aménagement liée aux matériaux (biodiversité grise)**

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Comprendre l'impact des choix de matériaux sur la biodiversité, favoriser la sobriété, les filières locales, le réemploi, les modes de production écologiquement responsables et la réversibilité des ouvrages.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Distance moyenne d'approvisionnement des matériaux principaux (km), cartographie d'approvisionnement, liste des fournisseurs.</li> <li>Part de matériaux à faible biodiversité grise (taux de réemploi, % de matériaux recyclés, biosourcés ou géosourcés).</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
<p>Approche centrée quasi exclusivement sur des matériaux conventionnels (béton, acier, matériaux composites).</p> <p>Pas de traçabilité environnementale des matériaux.</p>	<p>Intégration d'une part de matériaux biosourcés, géosourcés ou de réemploi avec efforts de sobriété et de simplification constructive.</p>	<p>Le choix des matériaux est fondé sur une analyse du cycle de vie et l'étude des impacts sur la biodiversité.</p> <p>La conception vise la sobriété en matières, le recours à des filières locales, la substitution des matériaux traditionnels par des biosourcés et enfin la réversibilité en fin de vie.</p> <p>Réflexion sur la bio-compatibilité des matériaux (réduction des émissions nocives, matériaux faisant office d'abris, etc.).</p>




**RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- LPO, Club U2B, Du concept à la mise en œuvre : la Biodiversité « grise ». [https://occitanie.lpo.fr/wp-content/uploads/2025/01/Fiche10\\_U2B-concept-biodiversite-grise.pdf](https://occitanie.lpo.fr/wp-content/uploads/2025/01/Fiche10_U2B-concept-biodiversite-grise.pdf)
- OID, 2024, du concept à la réalité : l'acv biodiversité dans la pratique du bâtiment. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-44126-etude-oid-acv-biodiversite.pdf>

## **AXE 6 - IMPLICATION CITOYENNE**

### **CRITÈRE 23. Impliquer les citoyens dans l'élaboration du projet**

<b>OBJECTIF</b>	<b>MESURE ET MODE DE PREUVE</b>
Le citoyen, futur habitant ou riverain est impliqué dans la conception, en rapport avec l'intégration et l'usage des espaces de nature au sein du projet d'aménagement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartographie des parties prenantes (habitants, associations, usagers, acteurs locaux).</li> <li>• Preuves de mobilisation (listes de présence, inscriptions, statistiques de participation).</li> <li>• Synthèse des besoins et attentes exprimés.</li> </ul>




<b>INSUFFISANT</b>	<b>ACCEPTABLE</b>	<b>PERFORMANT</b>
		
Aucun dispositif de concertation et/ou de consultation des habitants n'a été mis en place sur le thème de la biodiversité et des espaces végétalisés.	Les habitants ont été consultés en amont du projet pour recueillir leurs avis sur le projet. Des mesures ont été adoptées à propos des espaces de nature, en accord avec les avis récoltés.	Différents moyens de concertation, co-construction et participation citoyenne ont été mis en place et coordonnés par une équipe spécialisée pour s'assurer que le projet réponde aux attentes des habitants. Des outils participatifs ont été mobilisés pour consulter les habitants mais également pour les impliquer dans la décision (visites de site, conférences, enquêtes auprès des citoyens, ateliers etc).  Des mesures ont été adoptées en lien avec la biodiversité et l'usage des espaces de nature.

### **RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- CEREMA, (2022), Concertation et participation citoyenne.  
<https://www.cerema.fr/fr/activites/expertise-ingenierie-territoriale/strategie-amenagement-territoires/concertation-participation-citoyenne>
- Fiche expliquant la méthodologie des « sociotopes ».  
<http://multimedia.ademe.fr/catalogues/CTecosystemes/fiches/methode26p9192.pdf>

### CRITÈRE 24. Mise à disposition d'espaces dédiés pour l'agriculture urbaine

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Des espaces cultivés en pleine terre ou sur le bâti sont prévus, gérés par les habitants ou des associations.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surface réservée à l'agriculture urbaine dans le périmètre du projet.</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
		
Le projet participe à la destruction de jardins partagés ou espaces cultivés urbains et ne prévoit pas d'en créer de nouveaux.	Des espaces dédiés à des projets d'agriculture urbaine (jardins partagés, vergers, micro-fermes) sont prévus dans le projet, sans orienter les habitants vers des pratiques écologiques.	Des espaces dédiés à des projets d'agriculture urbaine (jardins partagés, vergers, micro-fermes ...) sont prévus dans le projet et les enjeux spécifiques et des pratiques vertueuses sont planifiées : permaculture, agroforesterie urbaine, conservation de zones en friches, etc.

### RESSOURCES ET OUTILS UTILES

- ANRU (2017). L'agriculture urbaine dans les quartiers en renouvellement urbain Boîte à outils du montage d'un projet.  
[https://www.anru.fr/sites/default/files/media/downloads/clubanru\\_guideagriurbaine.pdf](https://www.anru.fr/sites/default/files/media/downloads/clubanru_guideagriurbaine.pdf)
- ARBîdF (2026). Guide des urbiculteurs (2016).  
<https://www.arb-idf.fr/nos-travaux/publications/guide-des-urbiculteurs-2016/>



Vue aérienne d'un jardin partagé à Paris. © Antoine Lagneau

**Critère 25. Connaissance de la biodiversité par les habitants**

OBJECTIF	MESURE ET MODE DE PREUVE
Des actions d'éducation à la nature ou de suivi de la biodiversité sont prévues lors de la phase d'exploitation, avec les habitants.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de protocoles de sciences participatives mis en place.</li> <li>• Nombre de dispositifs pédagogiques mis en œuvre.</li> </ul>

INSUFFISANT	ACCEPTABLE	PERFORMANT
Le projet ne prévoit aucune action d'éducation à la nature ou de suivi participatif.	L'aménageur intègre des actions de sensibilisation à la biodiversité, telles que des panneaux pédagogiques ou des actions participatives destinées aux habitants.	L'aménageur intègre des actions de sensibilisation à la biodiversité, telles que des panneaux pédagogiques et mets en place un programme de suivi de la biodiversité pour et par les habitants en s'appuyant sur des programmes de sciences participatives.

**RESSOURCES ET OUTILS UTILES**

- Les programmes de sciences participatives proposés par Vigie Nature peuvent être utilisés pour effectuer un suivi de la biodiversité dans son quartier.  
<https://www.vigienature.fr/>
- Marco et al, (2014), « Nature sauvage pour une nouvelle qualité de vie », Journal of Mediterranean Geography. vol. 123, pp 133-143.  
<https://journals.openedition.org/mediterranee/7483>



Formation au protocole Florilèges prairies urbaines à Boulogne-Billancourt. © Audrey Muratet

# RÉFÉRENCES SCIENTIFIQUES

- A**
- Aronson, M. F., La Sorte, F. A., Nilon, C. H., Katti, M., Goddard, M. A., Lepczyk, C. A., ... & Winter, M. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the royal society B: biological sciences*, 281(1780), 20133330.
- B**
- Barbosa, O. et al. (2010) – Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments, *Trends in Ecology & Evolution*, 25(2):90–98.
  - Barboza, E. P., Cirach, M., Khomenko, S., lungman, T., Mueller, N., Barrera-Gómez, J., ... & Nieuwenhuijsen, M. (2021). Green space and mortality in European cities: a health impact assessment study. *The Lancet Planetary Health*, 5(10), e718-e730.
  - Barra, M & Johan, H, (2021). Écologie des toitures végétalisées. Synthèse de l'étude GROOVES (Green roofs verified ecosystem services), 92 p.
  - Baude, M., Muratet, A., Fontaine, C., & Pellaton, M. (2011). Plantes et pollinisateurs observés dans les terrains vagues de Seine-Saint-Denis. Livret publié par l'Observatoire départemental de la Biodiversité Urbaine, 64 pages
  - Bénet, J. & Decelle, D. (2025). L'Atlas des sols, L'Institut Paris Region.
  - Beninde, J., Veith, M., & Hochkirch, A. (2015). Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology letters*, 18(6), 581-592.
  - Bonthoux, S., Voisin, L., Bouché-Pillon, S., & Chollet, S. (2019). More than weeds: Spontaneous vegetation in streets as a neglected element of urban biodiversity. *Landscape and urban planning*, 185, 163-172.
  - Boutreux, T. (2024). L'habitat collectif : des communs pour cohabiter avec la biodiversité ? : Une recherche-action en écologie et géographie pour la soutenabilité urbaine (Doctoral dissertation, Université Claude Bernard-Lyon I).
- C**
- Clergeau P. (dir.), (2020), Urbanisme et biodiversité. Vers un paysage vivant structurant le projet urbain, Rennes, Éditions Apogée, 327 p.
  - Clergeau Philippe (coord.), (2018). La biodiversité en ville dense : nouveaux regards, nouveaux dispositifs. « Du bord du toit au caniveau ». Programme de recherche ECOVILLE. Synthèse opérationnelle. Plante & Cité, Angers 51 p.
  - Cornet N., (2023). Vers une trame noire sur l'EPA Paris-Saclay. Phase 1 : entretiens auprès des principaux acteurs du territoire. L'Institut Paris Region.
  - Cousin I., Desrousseaux M. et Leenhardt S. (2024). Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs. Résumé du rapport d'étude. INRAE (France). 10 p.
  - Cox, D. T., Shanahan, D. F., Hudson, H. L., Plummer, K. E., Siriwardena, G. M., Fuller, R. A., ... & Gaston, K. J. (2017). Doses of neighborhood nature: the benefits for mental health of living with nature. *BioScience*, 67(2), 147-155.
  - Crow, P. (2005). The influence of soils and species on tree root depth. Forestry Commission Information Note.
- D**
- Day, S. D., et al. (2010). Contemporary concepts of root system architecture of urban trees. *Arboriculture & Urban Forestry*, 36(4), 149-159.
  - Dèbre, C., & Gourlay, F. (2014). La méthode d'analyse des sociotopes comme révélateur des représentations de la planification de la ville durable. *Qualité urbaine, justice spatiale et projet: Ménager la ville*, 315.
  - Delzons O., Cima V., Fournier C., Gourdain P., Hérard K., Lacoëuilhe A., Laignel J., Roquinarc'h O., Thierry C., (2020). Indice de Qualité Ecologique (IQE), Indice de Potentialité Ecologique (IPE) - Guide méthodologique – Version 2.0. UMS Patrimoine Naturel – Centre d'expertise et de données (OFB-CNRS-Muséum national d'Histoire naturelle), Paris. 118 pages.
  - Desrousseaux, M. (2024). « L'artificialisation des sols : qui pour lutter contre ? », Métropolitiques.
  - Droz, B., Arnoux, R., Bohnenstengel, T., Laesser,

- J., Spaar, R., Ayé, R., & Randin, C. F. (2019). Moderately urbanized areas as a conservation opportunity for an endangered songbird. *Landscape and Urban Planning*, 181, 1-9.
- Dumat, C., Xiong, T., & Shahid, M. (2016). Agriculture urbaine durable.
  - Dusza Y. (2017). Toitures végétalisées et services écosystémiques : favoriser la multifonctionnalité via les interactions sols-plantes et la diversité végétale, Université Pierre et Marie Curie - Paris VI.
- E**
- Ekkel, E. D., & de Vries, S. (2017). Nearby green space and human health: Evaluating accessibility metrics. *Landscape and urban planning*, 157, 214-220.
- F**
- Ferrini, F., & Fini, A. (2011). Sustainable management techniques for trees in the urban areas. *Journal of Biodiversity and Ecological Sciences*, 1(1), 1-20.
  - Flégeau M., (2021). Formes urbaines et biodiversité, un état des connaissances, MNHN, PUCA, 108 pages.
  - Fontaine B., Moussy C., Chiffard Carricaburu J., Dupuis J., Corolleur E., Schmaltz L., Lorrillière R., Lois G., Gaudard C. (2020). Suivi des oiseaux communs en France 1989-2019 : 30 ans de suivis participatifs. MNHN - Centre d'Ecologie et des Sciences de la Conservation, LPO BirdLife France - Service Connaissance, Ministère de la Transition écologique et solidaire. 46 pp.
- G**
- Grandin, G. (2026). Vie et devenir des friches franciliennes : dynamiques et enjeux écologiques. Note rapide Biodiversité, n° 1051, L'Institut Paris Region.
  - Grazuleviciene, R., Dedele, A., Danileviciute, A., Vencloviene, J., Grazulevicius, T., Andrusaityte, S., ... & Nieuwenhuijsen, M. J. (2014). The influence of proximity to city parks on blood pressure in early pregnancy. *International journal of environmental research and public health*, 11(3), 2958-2972.
- H**
- Haaland, C., & van Den Bosch, C. K. (2015). Challenges and strategies for urban green-space planning in cities undergoing densification: A review. *Urban forestry & urban greening*, 14(4), 760-771.
  - Henry, P. (2023). Des tracés aux traces (pp. 214-p). Editions Apogée.
- L**
- Larkin, A., & Hystad, P. (2019). Evaluating street view exposure measures of visible green space for health research. *Journal of exposure science & environmental epidemiology*, 29(4), 447-456.
- Lindsey, P., & Bassuk, N. (1991). Specifying soil volumes to meet the water needs of mature urban street trees and containers. *Journal of Arboriculture*, 17(6), 141-149.
- M**
- Machon, N., Di Pietro, F., Bertaudière-Montès, V., Carassou, L., & Muller, S. (2025). Écologie urbaine : Connaissances, enjeux et défis de la biodiversité en ville. Quae.
  - Madre F. (2014). Biodiversité et bâtiments végétalisés : une approche multi-taxons en paysage urbain, MNHN.
  - Madureira, H., & Monteiro, A. (2021). Going green and going dense: a systematic review of compatibilities and conflicts in urban research. *Sustainability*, 13(19), 10643.
  - Malher, F., Disson, O., & Laporte, O. (2023). Avifaune et urbanisation : l'exemple du Grand Paris.
  - McDonald, R. I., Aronson, M. F., Beatley, T., Beller, E., Bazo, M., Grossinger, R., ... & Spotswood, E. (2023). Denser and greener cities: Green interventions to achieve both urban density and nature. *People and Nature*, 5(1), 84-102.
  - Meral, A., Başaran, N., Yalçınalp, E., Dogan, E., Ak, M.K., & Eroğlu, E. (2018). A Comparative Approach to Artificial and Natural Green Walls According to Ecological Sustainability. *Sustainability*.
  - Monberg, R. J., Howe, A. G., Ravn, H. P., & Jensen, M. B. (2018). Exploring structural habitat heterogeneity in sustainable urban drainage systems (SUDS) for urban biodiversity support. *Urban Ecosystems*, 21, 1159-1170.
  - Muratet A., Lorrillière R., Clergeau P., Fontaine C. (2012). Evaluation of landscape connectivity at community level using satellite-derived NDVI. *Landscape Ecology* (2013) 28:95-105.
- N**
- Neaud, C., Martin, M., Monod, K., & Branchu, P. (2024). Les coefficients de surfaces non imperméabilisées et éco aménageables : des outils de planification pour préserver les sols en milieu urbain (Livable 3). Cerema ; Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN).
  - Neuvonen, M., Sievänen, T., Tönnies, S., & Koskela, T. (2007). Access to green areas and the frequency of visits—A case study in Helsinki. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6(4), 235-247.
  - Nieuwenhuijsen, M. J., Dadvand, P., Márquez, S., Bartoll, X., Barboza, E. P., Cirach, M., ... & Zijlema, W. L. (2022). The evaluation of the 3-30-300

- green space rule and mental health. *Environmental research*, 215, 114387.
- O**
- Omar, M., Al Sayed, N., Barré, K., Halwani, J., & Machon, N. (2018). Drivers of the distribution of spontaneous plant communities and species within urban tree bases. *Urban Forestry & Urban Greening*, 35, 174-191.
- P**
- Paillat, V. (2013). Mesures de conservation de l'arbre existant dans les aménagements urbains.
  - Peyrat, M. (2014). Entre objet naturel et objet technique, quelle place pour l'arbre en ville ? (Doctoral dissertation, Mairie de Fontaine, Service Développement Durable, 89 mail Marcel Cachin, 38600 Fontaine).
- R**
- Rankovic, A. (2016). Living the street life: long-term carbon and nitrogen dynamics in parisian soil-tree systems (Doctoral dissertation, Université Pierre et Marie Curie-Paris VI).
  - Rochat, E., Manel, S., Deschamps Cottin, M., Widmer, I. & Joost, S. (2017). Persistence of butterfly populations in fragmented habitats along urban density gradients: motility helps. *Heredity*, 119, 328–338.
  - Ropars, L., Dajoz, I., & Geslin, B. (2017). La ville un désert pour les abeilles sauvages ? *Journal de Botanique*, 79, 29-35.
  - Russo, A., & Cirella, G. T. (2018). Modern compact cities: how much greenery do we need?. *International journal of environmental research and public health*, 15(10), 2180.
- S**
- Samper F. (2022). Modélisation de réseaux écologiques pour l'aide à la décision dans le cadre d'un projet de renouvellement urbain. *Géographie*.
  - Sikorska, D., Łaszkiewicz, E., Krauze, K., & Sikorski, P. (2020). The role of informal green spaces in reducing inequalities in urban green space availability to children and seniors. *Environmental science & policy*, 108, 144-154.
  - Soga, M., Yamaura, Y., Koike, S., & Gaston, K. J. (2014). Land sharing vs. land sparing: does the compact city reconcile urban development and biodiversity conservation?. *Journal of Applied Ecology*, 51(5), 1378-1386.
  - Sordello, R., Paquier, F., & Daloz, A. (2021). Trame noire-Méthodes d'élaboration et outils pour sa mise en œuvre (pp. 116-pages). Office français de la biodiversité.
  - Spotswood, E. (2019). Making Nature's City: A Science-Based Framework for Building Urban Biodiversity. San Francisco Estuary Institute.
- T**
- Ståhle, A. (2013). Sociotope mapping-exploring public open space and its multiple use values in urban and landscape planning practice. *NA*, 19(4).
  - Szulczewska, B., Giedych, R., Borowski, J., Kuchcik, M., Sikorski, P., Mazurkiewicz, A., & Stańczyk, T. (2014). How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence. *Land Use Policy*, 38, 330-345.
  - Threlfall, C. G., Mata, L., Mackie, J. A., Hahs, A. K., Stork, N. E., Williams, N. S., & Livesley, S. J. (2017). Increasing biodiversity in urban green spaces through simple vegetation interventions. *Journal of applied ecology*, 54(6), 1874-1883.
  - Tillie, N., & van der Heijden, R. (2016). Advancing urban ecosystem governance in Rotterdam: From experimenting and evidence gathering to new ways for integrated planning. *Environmental science & policy*, 62, 139-144.
  - Turrini, T., Dörler, D., Richter, A., Heigl, F., & Bonn, A. (2018). The threefold potential of environmental citizen science-Generating knowledge, creating learning opportunities and enabling civic participation. *Biological Conservation*, 225, 176-186.
- U**
- Urban, J. (2008). Up by roots: Healthy soils and trees in the built environment. *International Society of Arboriculture*.
- V**
- Vanpeene-Bruhier, S., Pissard, P. A., & Kopf, M. (2013). Prise en compte de la biodiversité dans les projets d'aménagement : comment améliorer la commande des études environnementales?. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 4(1).
  - Vega, K. A., & Küffer, C. (2021). Promoting wild-flower biodiversity in dense and green cities: The important role of small vegetation patches. *Urban Forestry & Urban Greening*, 62, 127165.
  - Vergnes, A., Pellissier, V., Lemperiere, G., Rollard, C., & Clergeau, P. (2014). Urban densification causes the decline of ground-dwelling arthropods. *Biodiversity and Conservation*, 23(8), 1859-1877.
  - Vidal-Beaudet, L. (2018). Du déchet au Technosol fertile : l'approche circulaire du programme français de recherche SITERRE. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, (Hors-série 31).

**PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ  
DANS LES OPÉRATIONS D'AMÉNAGEMENT**

- Viles, H.A., Sternberg, T., & Cathersides, A. (2011). Is Ivy Good or Bad for Historic Walls? *Journal of Architectural Conservation*, 17, 25 - 41.
- W** • Weissgerber M., Roturier S., Julliard R., & Guillet F. (2019). Biodiversity offsetting: Certainty of the net loss but uncertainty of the net gain, *Biological conservation*, 237, 200-208.
- Wu, L., & Kim, S. K. (2021). Health outcomes of urban green space in China: Evidence from Beijing. *Sustainable Cities and Society*, 65, 102604.
- X** • Xie, Q., et al. (2020). Impact of urban tree morphology on reducing surface flow. *Journal of Water and Climate Change*.
- Y** • Youngsteadt, E., Terando, A., Costanza, J., & Vukomanovic, J. (2023). Compact or sprawling cities: Has the sparing-sharing framework yielded an ecological verdict?. *Current Landscape Ecology Reports*, 8(1), 11-22.
- Z** • Zucca M., (2008). Connectivité et corridors biologiques en Seine-Saint-Denis. *Muséum national d'Histoire naturelle, Centre de Recherches sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO). Le Biodiversitaire n°4 : 49-54.*



Dans l'Ecoquartier du Parc Princesse au Vésinet, l'opération de densification a conservé près de 50 % d'espaces végétalisés de pleine terre. © Marc Barra



# LES ÉTUDES

DE L'INSTITUT PARIS REGION



**L'INSTITUT PARIS REGION**  
ASSOCIATION LOI 1901.

CAMPUS PLEYAD - PLEYAD 4  
66-68 RUE PLEYEL  
93200 SAINT-DENIS

ISBN 978-2-7371-2282-8