



RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

ADEME



AGENCE DE LA  
TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE



Le climat change, adaptons-nous  
avec la nature



CLÉS POUR AGIR

**S'adapter au changement climatique  
dans le secteur du bâtiment  
et de la construction :  
un défi à relever avec les Solutions  
d'adaptation fondées sur la Nature (SafN)**

**Publication :** 2024

« Le contenu de cette publication relève de la seule responsabilité de l'ADEME et ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne ».

**Citation de l'ouvrage :** ADEME, OFB (2024). S'adapter au changement climatique dans le secteur du bâtiment et de la construction : un défi à relever avec les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN). 62 pages

**Auteurs :** ADEME ; OFB ; Langevin & Associés

**Contributeur :** OID



« Le projet ARTISAN a reçu un financement du programme LIFE de l'Union européenne ».



**Brochure réf. 012463**

**ISBN 979-10-297-2310-0**

**EAN 9791029723100**

**Dépôt légal :** © ADEME Editions, septembre 2024

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

# SOMMAIRE

<b>Résumé</b>	<b>4</b>
<b>Le secteur du bâtiment et les enjeux de biodiversité urbaine</b>	<b>9</b>
<b>Les pressions sur la biodiversité urbaine : l'artificialisation des sols et le changement climatique en première ligne</b>	<b>15</b>
<b>Les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) appliquées au secteur du bâtiment</b>	<b>21</b>
SafN : des solutions pour les milieux bâtis et le secteur du bâtiment	22
En phase de conception	24
En phase de construction	29
En phase d'exploitation	32
En phase de déconstruction	33
Méthodologie de la démarche d'adaptation : établir un diagnostic des impacts du changement climatique et mettre en oeuvre une gestion adaptative	37
<b>Des retours d'expérience inspirants</b>	<b>43</b>
1. SESAME : outil pour intégrer l'arbre dans les projets de renaturation urbaine	45
2. Transformation de la friche industrielle en éco-quartier « des Portes du Vercors » dans la Ville de Fontaine (Auvergne-Rhône-Alpes)	47
3. Restauration des fonctionnalités de la rivière de l'Auxigny pour faire face à l'évolution des régimes de pluie (Centre-Val de Loire)	49
4. Le « Village aux 4 000 arbres » ou la renaturation de la ville de Villeneuve-le-Roi (Île-de-France)	51
5. L'éco-campus Evergreen pour le siège du groupe Crédit agricole à Montrouge (Île-de-France)	53
6. Co-construction d'une stratégie de renaturation intégrée au PLUi de la Ville d'Angoulême (Nouvelle-Aquitaine)	55
7. Transformation d'une cour d'école et de ses abords en îlot de fraîcheur urbain de proximité à Échirolles (Auvergne-Rhône-Alpes)	57
8. Transformation de la friche urbaine Kodak de Sevran en espace de nature et de fraîcheur (Île-de-France)	59
<b>Pour aller plus loin</b>	<b>60</b>
<b>L'ADEME en bref</b>	<b>61</b>

# RÉSUMÉ

## LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, ANNONCÉS DANS LES DIFFÉRENTS RAPPORTS DU GIEC, POURRAIENT AVOIR DES CONSÉQUENCES IMPORTANTES SUR LE SECTEUR DU BÂTIMENT ET DE LA CONSTRUCTION.

Bien qu'il y ait eu des avancées en matière d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, la dynamique engagée au sein de ce secteur clé de nos sociétés n'a pas conduit à une prise en compte suffisante de l'adaptation dans les politiques et investissements sectoriels.

Les efforts pour accroître la résilience des bâtiments aux événements climatiques extrêmes, comme l'augmentation du niveau de la mer, les vagues de chaleur ou les tempêtes, doivent être poursuivis et renforcés. L'ensemble des acteurs du secteur du bâtiment et de la construction doivent continuer à se mobiliser autour de la mise en place d'actions d'adaptation pour garantir la résilience des bâtiments de demain.

### CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA BROCHURE

- Le secteur du bâtiment et ses filières sont dès à présent impactés par le changement climatique avec des menaces qui s'accroissent. Il existe un enjeu majeur à identifier dès à présent les risques et solutions à mettre en œuvre pour y faire face.
- Cette brochure présente notamment plusieurs travaux et retours d'expérience sur l'adaptation face au changement climatique pour le secteur du bâtiment et de la construction.
- Elle présente, tout au long du cycle de vie du bâti (conception, construction, exploitation, destruction), les actions pouvant être mises en œuvre afin de contribuer à la résilience du secteur face à ce changement.
- Elle met en avant les synergies possibles entre adaptation et biodiversité à travers la mise en place de « Solutions d'adaptation fondées sur la Nature » (SafN).
- Elle entend apporter des clés méthodologiques et inspirer les acteurs pour développer les SafN dans le secteur du bâtiment et de la construction.

Si la présente brochure, réalisée dans le cadre du programme Life ARTISAN, met en avant les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature au sens de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), il est important de préciser que d'autres techniques ou solutions existent et peuvent également contribuer à l'adaptation du secteur du bâtiment et de la construction au changement climatique.

# SUMMARY

## THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE, ANNOUNCED IN VARIOUS IPCC REPORTS, COULD AFFECT THE BUILDING AND CONSTRUCTION SECTOR SIGNIFICANTLY.

Although some progress has been made in reducing greenhouse gas emissions, the initiatives undertaken in this sector, which plays a key role in our societies, have not resulted in sufficient consideration with regard to adapting sector-specific policies and investments.

Efforts for making buildings more resilient to extreme weather conditions such as rising sea levels, heat waves and storms, must be pursued and stepped up. Building and construction sector players must continue to focus on taking adaptive action to ensure tomorrow's buildings are resilient.

### BROCHURE SCOPE AND AIMS

- The building sector and its branches, already impacted by climate change, are facing ever-greater threats. The major challenge today is to identify the risks and solutions to implement to tackle this.
- This brochure takes different studies and feedback on adapting to climate change for the building and construction sector into account.
- It illustrates actions that can be implemented, throughout a building's life cycle (design, construction, use, demolition), to improve the sector's resilience to this change.
- It highlights possible interactions between adapting and biodiversity that can be implemented through « Nature-based Solutions for Adaptation » (NbS).
- It aims to provide methodological keys and inspire players to develop NbS in the building and construction sector.

Although this brochure, created as part of the « Life Artisan » project, places the focus on Nature-based Solutions for Adaptation as defined by the International Union for Conservation of Nature (IUCN), we should point out that other techniques and solutions exist that can also help the building and construction sector adapt to climate change.

## PICTOGRAMMES UTILISÉS DANS CETTE BROCHURE

### Phasage d'un projet



Conception



Construction



Exploitation



Déconstruction

### Approche par aléas climatique



Vague de chaleur



Sécheresse et Retrait - gonflement des argiles (RGA)



Tempête (vents violents)



Dynamiques littorales



Inondation



Feu

# PRÉAMBULE

Le projet Life intégré ARTISAN (Accroître la Résilience des Territoires au changement climatique par l'Incitation aux Solutions d'Adaptation fondées sur la Nature) est financé par le Programme LIFE de l'Union européenne, le ministère de la Transition écologique (MTE) et le ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales (MCT) et piloté par l'Office français de la biodiversité (OFB).

Ce projet participe à la mise en œuvre du deuxième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-2) et du Plan biodiversité de la France. Doté d'un budget total de 16,7 millions d'euros sur une durée de 8 ans (2020-2027), il s'appuie sur 27 bénéficiaires associés, dont l'OFB.

L'originalité du projet Life intégré ARTISAN est de placer les Solutions fondées sur la Nature (SfN) au centre de ses actions pour répondre aux enjeux de l'adaptation au changement climatique des territoires français. L'ensemble des bénéficiaires associés du projet et partenaires qui le soutiennent sont convaincus de l'intérêt d'utiliser ce concept et ses actions associées qui permettent, selon eux :

- de **décloisonner les enjeux liés à la biodiversité et au changement climatique**
- de **mobiliser de nouveaux acteurs traditionnellement pas ou peu présents dans les secteurs d'activité liés au climat et à la biodiversité**

- de **mobiliser des financements traditionnellement alloués aux solutions dites « grises »**
- de **travailler dans un cadre méthodologique détaillé (cf. Standard mondial de l'UICN sur les SfN).**

C'est pourquoi le projet Life intégré ARTISAN a pour objectif de favoriser la mise en œuvre de ces solutions sur l'ensemble du territoire. Pour cela, il peut s'appuyer sur plusieurs dispositifs mis en œuvre à travers plus de 100 actions aux échelles locale, régionale, nationale et européenne :

- **le Programme Démonstrateur qui regroupe 10 sites pilotes au niveau local,**
- **l'animation de 14 réseaux régionaux,**
- **l'animation du réseau national ARTISAN,**
- **la création et mise à disposition de ressources,**
- **l'analyse des freins et la mise en place des leviers pour la démultiplication des Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) sur le territoire français (accompagnement de certaines filières et acteurs économiques dans leur démarche d'adaptation, mobilisation des financements, formations, etc.).**

## QU'EST-CE QU'UNE SOLUTION D'ADAPTATION FONDÉE SUR LA NATURE (SafN) ?

Les SafN sont des actions qui visent à favoriser la conservation de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques ciblés sur les impacts du changement climatique, permettant à nos sociétés d'être plus résilientes face à ces enjeux.

Plus précisément, les SafN correspondent aux « actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement [le défi de l'adaptation au changement climatique] de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité ».

Cette notion de SafN renvoie à la réalisation d'actions concrètes de restauration, de gestion ou de protection des milieux dans le cadre d'une approche écosystémique globale. Une telle approche se doit d'englober les enjeux écologiques, sociétaux, politiques, économiques et culturels, et ce, à toutes les échelles : de l'individu au collectif, du local au national, de la sphère publique ou privée.

Site du Projet Life ARTISAN : <https://ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan>

Site du Comité français de l'UICN : <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>



Crédit photo : © J-C. Forget

# LE SECTEUR DU BÂTIMENT ET LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ URBAINE

LE SECTEUR DU BÂTIMENT CONNAÎT DEPUIS 30 ANS UNE CROISSANCE CONSTANTE. LES PARCS DE LOGEMENTS ET DE BÂTIMENTS TERTIAIRES EN FRANCE AUGMENTENT DE 1 À 1,5% PAR AN EN MOYENNE. AUJOURD'HUI, EN FRANCE, 93% DE LA POPULATION VIT DANS L'AIRE D'ATTRACTION D'UNE VILLE (INSEE, 2020), DONT LES SURFACES S'ÉTENDENT AU DÉTRIMENT DES MILIEUX ENVIRONNANTS MOINS ANTHROPISÉS (MILIEUX NATURELS, AGRICOLES OU FORESTIERS).

## LES CHIFFRES CLÉS DU SECTEUR DU BÂTIMENT ET DE LA CONSTRUCTION

### Un secteur clé

**1,8M**  
de personnes actives

**14%**  
du PIB français  
en 2020

**427 000**  
entreprises

**25%**  
des émissions  
nationales de GES

Sources : Cadre de définition, alliance (2021), Transition(s) 2050, ADEME (2022), Biodiversity Impulse Group, OID (2022), INSEE.

### Les tendances actuelles



**8** français / **10**  
résident dans une unité urbaine  
de plus de 2 000 habitants ;  
**50 %** dans une unité urbaine  
de plus de 100 000 habitants

**367 000**  
logements neufs construits /an  
(en moyenne sur 10 ans entre 2011 et 2020)

**40 %**  
de maisons individuelles

**60 %**  
de logements collectifs

### Augmentation des surfaces moyennes

▶ de la résidence principale par habitant

**25 m<sup>2</sup>**      **40 m<sup>2</sup>**  
1973                      2013

▶ de bureaux disponibles par personne

**12 m<sup>2</sup>**      **15 m<sup>2</sup>**  
1990                      2018

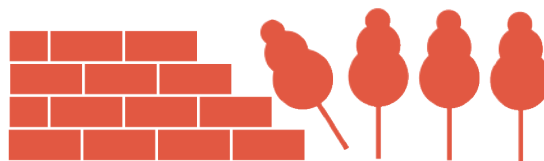
## Une artificialisation des sols importante

Hausse de  
**72%** de l'artificialisation  
en métropole en 40 ans



Sans mesure de réduction,  
**280 000 ha**  
d'espaces naturels seront artificialisés  
d'ici 2030 (= superficie du Luxembourg)

**3,7x** Le taux de croissance de l'artificialisation est **3,7 fois plus important** que la croissance de la population depuis 1981.



**24 000 ha**

d'espaces naturels, agricoles et forestiers  
ont été consommés en moyenne  
en France, sur la décennie 2011-2021,  
soit près de 5 terrains de football par heure,  
et ce, dans des territoires sans tension immobilière,  
dans 61% des cas.

La biodiversité présente en milieu urbain (« nature en ville » : faune, flore, eau, air, sol) prend des formes très diverses selon la taille et le degré de naturalité ou d'artificialité des écosystèmes concernés (bois, milieux humides, potagers, squares privés, etc.). Selon l'atlas urbain européen, ces espaces représentent en moyenne 39 m<sup>2</sup> par habitant pour 28 villes françaises de 200 000 habitants, mais cette superficie s'affaiblit nettement en zone dense, particulièrement à Paris.

La nature en ville est source de services de régulation, de support, de production et de services récréatifs : réduction de la pollution atmosphérique, séquestration du carbone, réduction des eaux de ruissellement, régulation de la température et économies d'énergie, récréation et autres aménités environnementales... Son apport en matière de santé mentale et physique des populations est de plus en plus attesté par la science.

Le maintien de la biodiversité urbaine est donc essentiel pour que les écosystèmes puissent continuer à jouer leur rôle en matière de fourniture de services écosystémiques, et ce, de façon pérenne dans un contexte de changements globaux.



### BAISSE DES POPULATIONS DES ESPÈCES INFÉODÉES AU MILIEU URBAIN

Les espèces inféodées (espèces spécialisées qui n'utilisent qu'un type de ressource ou qu'un type d'habitat) aux milieux bâtis ont subi une diminution moyenne de 28% entre 1989 et 2019 :

- 46% pour le martinet noir en milieu urbain,
- 73% pour le moineau domestique en Île-de-France entre 2003 et 2016.

Les espèces généralistes (qui peuvent tolérer une grande variété de conditions environnementales et dont le régime alimentaire comprend une large gamme de ressources, comme le pigeon ramier) sont en expansion.

Source: [Biodiversity Impulse Group, OID \(2022\)](#)

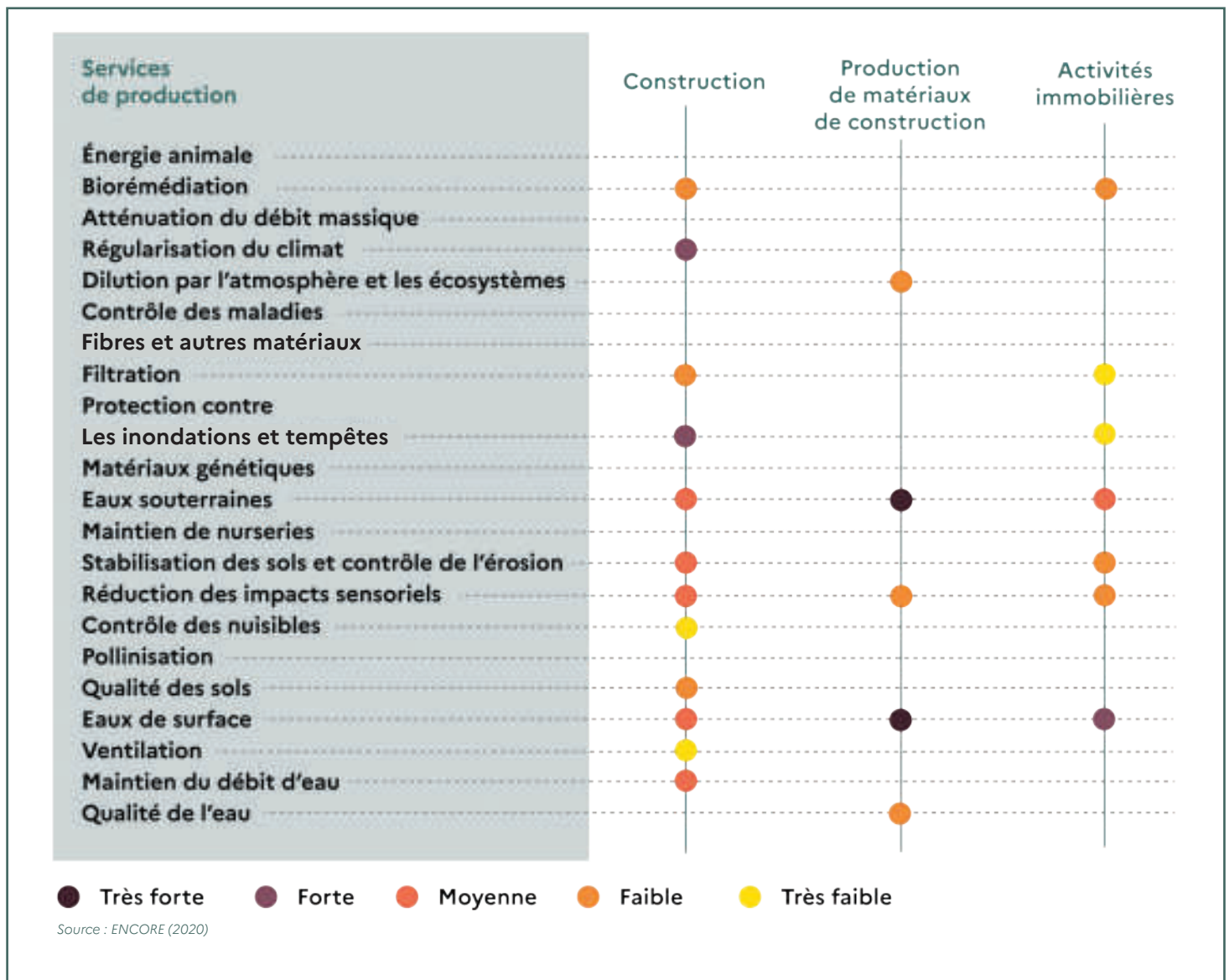


## SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES RENDUS PAR LA BIODIVERSITÉ URBAINE

Le concept de « services écosystémiques » désigne les bénéfices que les sociétés humaines tirent des processus naturels sous-jacents au fonctionnement des écosystèmes. On distingue différents services rendus par les écosystèmes urbains :

- Approvisionnement : eau potable et production agricole urbaine, ressources génétique (« matériel d'origine végétale, animale, microbienne..., contenant des unités fonctionnelles de l'hérédité », Convention sur la Diversité Biologique)
- Régulation et support : régulation du climat global et local, amélioration de la qualité de l'air (filtration et capture des particules atmosphériques et des polluants), protection contre les aléas (crues, glissements de terrain...), épuration des eaux et des sols ;
- Santé : accès aux activités physiques, réduction des expositions aux polluants, favorisation de l'engagement social et amélioration de la santé mentale ;
- Culturels : aspects récréatifs, esthétiques et éducatifs.

## DÉPENDANCE DES ACTIVITÉS IMMOBILIÈRES AUX SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES PRODUCTIFS













Crédit photo : © Freepik

# **LES PRESSIONS SUR LA BIODIVERSITÉ URBAINE : L'ARTIFICIALISATION DES SOLS ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN PREMIÈRE LIGNE**

La principale pression sur la biodiversité urbaine en France est l'artificialisation des sols et l'étalement urbain (Observatoire de l'Immobilier Durable - OID, 2022). Ainsi, entre 2009 et 2019, ce sont plus de 276 000 hectares qui ont été consommés (Ministère de la Transition écologique, 2021). Le milieu urbain est contraignant pour de nombreuses espèces, du fait de caractéristiques très différentes de celles des milieux naturels : sols imperméabilisés, fragmentation des habitats, manque de ressources alimentaires (insectes), activités humaines (animaux domestiques, prédateurs, collisions avec les voitures). Dans les Outre-Mer, l'aménagement des littoraux (creusement de ports et de chenaux de navigation dans les platiers récifaux, extraction de sable et de coraux, défrichement des mangroves) contribue à déstabiliser les côtes et à affaiblir les écosystèmes protecteurs.

Ces pratiques d'artificialisation et d'étalement urbain conduisent également à des situations de prélèvement excessif des ressources naturelles au-delà des capacités de régénération du milieu, compromettant ainsi le fonctionnement des écosystèmes.

## LA CONSOMMATION DES ESPACES NATURELS, AGRICOLES ET FORESTIERS EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

-  De 0 à 10 000 m<sup>2</sup> (entre 0 et 1 ha)
-  De 10 000 à 20 000 m<sup>2</sup> (entre 1 et 2 ha)
-  De 20 000 à 50 000 m<sup>2</sup> (entre 2 et 5 ha)
-  De 50 000 à 100 000 m<sup>2</sup> (entre 5 et 10 ha)
-  De 100 000 à 200 000 m<sup>2</sup> (plus de 20 ha)
-  Plus de 200 000 m<sup>2</sup> (plus de 20 ha)

Source : Portail de l'artificialisation des sols : <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/cartographie-artificialisation>



D'une manière globale, le changement climatique entraîne de nombreuses répercussions : hausse moyenne des températures, augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, évolution du régime des précipitations ou encore fréquence accrue des événements extrêmes (sécheresses, canicules, inondations...). Ces changements modifient en profondeur et menacent les cycles de vie des êtres vivants :

- La répartition géographique des espèces sauvages animales et végétales se déplace, et à des vitesses différentes
- Les cycles biologiques sont modifiés et peuvent entraîner des répercussions importantes en induisant une désynchronisation des cycles entre une proie et son prédateur, une plante et son pollinisateur, une espèce animale et la plante dont elle se nourrit.



## ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DES BÂTIMENTS AUX DIFFÉRENTS RISQUES NATURELS

	Vagues de chaleur	Retrait-gonflement des argiles	Inondation	Submersion marine	Risques sanitaires	Feux de forêts	Chaleur humide	Cyclone
Structures d'accueil pour personnes vulnérables (âgées, personnes handicapées ou jeunes enfants + établissements de soin)	2	3	2	2	3	3	3	4
Tertiaire hors bureaux (commerces, équipements publics, hôtels, etc.)	3	2	3	3	3	2	3	4
Établissements d'enseignement (collèges, lycées, universités, etc.), de formation, centres de vacances	3	2	2	2	3	2	3	3
Tertiaires de bureaux (administrations, banques, bureaux, etc.)	2	2	2	2	3	2	2	4
Logements collectifs	3	3	3	3	2	3	4	4
Maisons individuelles	4	4	4	4	3	3	4	5
Bâtiments à destination agricole et industrielle (de type hangars, entrepôts)	4	4	3	3	3	4	4	4

Pour chacune des 7 typologies de bâtiments, des notes de 1 à 5 (1 correspondant à la vulnérabilité la plus faible et 5 à la vulnérabilité la plus forte) ont été attribuées aux 5 critères suivants :

- localisation
- occupants/usages
- études préalables et contrôles techniques
- infrastructures
- équipements.

Une moyenne a été calculée pour aboutir à une note de 1 à 5 de vulnérabilité.

Source : *État des lieux et étude prospective sur les impacts du changement climatique pour le bâtiment à l'horizon 2050 et 2100*, ADEME (2022)

Ces changements ont aussi une incidence directe sur le secteur du bâtiment et de la construction. On peut notamment noter :

- **Une accentuation des effets d'îlots de chaleur urbains** (ICU – élévation localisée des températures enregistrées en milieu urbain par rapport aux zones rurales) favorisés par les formes urbaines (« rues canyon », succession ininterrompue de bâtiments sur plus de 100m), l'imperméabilisation des sols et la concentration de l'activité humaine
- **Une hausse de la consommation d'énergie** de 5 à 10% due aux ICU, du fait de l'utilisation de la climatisation
- **Une accentuation des risques pour la structure du bâti**, les matériaux et les réseaux, due à l'augmentation des épisodes d'inondation et aux phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux (RGA) : 55% des maisons individuelles sont en zone d'exposition moyenne ou forte au retrait-gonflement d'argiles, avec comme

impacts possibles des fissures dues aux pressions, des effondrements, de l'humidité, la modification des propriétés des matériaux par la saturation en eau, le décollement des éléments jointifs, un risque de fuite des réseaux enterrés...

- **Une accentuation de l'exposition aux risques d'incendie** : d'après un recensement effectué en 2008 par l'Office national des forêts (ONF), 500 000 constructions et 1,5 millions de résidents sont situés dans une zone à fort risque en France métropolitaine
- **Une hausse des coûts d'exploitation des bâtiments et de l'assurabilité**
  - L'association française de l'assurance estime à 90% la hausse du coût occasionné par les dommages matériels causés par le climat d'ici 2040
  - Certains bâtiments (notamment à proximité de la mer ou d'un fleuve) ne seront plus assurables, car les primes d'assurance seront trop élevées.



### IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE BÂTI TOURISTIQUE DANS LES OUTRE-MER

Dans les Outre-mer, la destruction au moins partielle d'infrastructures touristiques ou utiles au tourisme implantées sur le littoral (restaurants, hôtels, bungalows, routes, aéroports, ports de plaisance, etc.) est à redouter sur les côtes basses exposées à la submersion marine et à l'érosion côtière (PNUE, 2008). Il a par exemple été estimé qu'à l'horizon de quelques décennies, près de la moitié des principaux hôtels de la région caraïbe pourront être détruits par les événements extrêmes et les phénomènes graduels.

Source : *État des lieux et étude prospective sur les impacts du changement climatique pour le bâtiment à l'horizon 2050 et 2100*, ADEME (2022)



### VULNÉRABILITÉ DE LA BIODIVERSITÉ DES TERRITOIRES ULTRAMARINS

Les territoires ultramarins sont très sensibles au changement climatique. Leur haut niveau d'endémisme leur confère une fragilité, car la disparition des populations d'un territoire (extinction locale) signifie la disparition de l'espèce à l'échelle mondiale (extinction globale). Les collectivités d'Outre-mer abritent 80% de la biodiversité française sur 22% du territoire national.

Source : *Stratégie nationale biodiversité dans les Outre-mer*, MTECT (2023)



## CALCUL DU COÛT DE L'INACTION FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le coût de l'inaction face au changement climatique recouvre l'ensemble des coûts liés aux effets physiques, économiques, sanitaires et environnementaux du changement climatique sur le territoire et sur sa population en l'absence d'actions d'atténuation ou d'adaptation. Cette approche a vocation à être sectorialisée.

Dans le domaine de l'immobilier, ce calcul doit prendre en compte :

- les pertes financières associées aux futures dégradations et le coût des mesures d'adaptation en urgence (comme l'installation d'une climatisation dans le cas des vagues de chaleur)
- les pertes de valeur immobilière à la location ou à l'achat d'un bien
- les pertes assurantielles
- les coûts de la reconstruction
- le coût sanitaire et de dégradation de l'environnement.

Source : [Comment calculer les coûts de l'action et de l'inaction pour le secteur immobilier ?, OID \(2023\)](#)



## OBLIGATIONS LÉGALES D'ADAPTATION POUR LE SECTEUR DE LA CONSTRUCTION ET DU BÂTIMENT

La loi Climat et résilience (2021) fixe deux objectifs à l'échelle nationale :

- atteindre le « Zéro artificialisation nette » (ZAN) en 2050 ;
- avec un objectif intermédiaire de réduction de moitié de la consommation d'Espaces Naturels Agricoles et Forestiers (ENAF) d'ici les dix prochaines années (2021-2031) par rapport à la décennie précédente (2011-2021).

La loi Énergie Climat prévoit l'obligation d'installer du photovoltaïque ou des toits végétalisés lors de la construction, l'extension ou la rénovation lourde de tous les bâtiments à usage commercial, industriel ou artisanal de plus de 500 m<sup>2</sup>.

Source : [Projet de loi Climat & Résilience : les députés ont voté les articles du titre II « Produire et Travailler » : ça change quoi dans nos vies ?, MTECT \(2021\)](#)

Outre le changement climatique, d'autres pressions s'exercent sur la biodiversité, notamment sur la biodiversité urbaine qui évolue dans un contexte fortement anthropisé.

On peut identifier **la pollution des sols et des eaux** par des substances dangereuses (pesticides et métaux lourds notamment) et par des pollutions émergentes (résidus médicamenteux, nanoparticules, etc.), ainsi que les pollutions sonore et lumineuse qui bousculent les écosystèmes.

La biodiversité en milieu urbain est également impactée par **les espèces exotiques envahissantes** introduites par l'être humain volontairement ou involontairement sur un territoire hors de son aire de répartition naturelle et menaçant les écosystèmes et les espèces locales, du fait qu'elles accaparent une part trop importante des ressources (espace, alimentation, habitat...). Il s'agit par exemple

des renouées asiatiques ou des ambrosies. Les espèces exotiques envahissantes peuvent aussi représenter un risque direct pour l'être humain, en étant vectrices de pathogènes. Le phénomène s'est étendu du fait de l'accélération des échanges à l'échelle de la planète (marchandises, tourisme, flux migratoires) et du changement climatique.

Dans un contexte d'accentuation des pressions sur la biodiversité urbaine sous l'effet notamment de l'étalement urbain, de l'artificialisation des sols et du changement climatique, et au regard des services rendus par les écosystèmes présents, l'adaptation de la filière du bâtiment et de la construction est un enjeu à la fois environnemental, économique et social.

La mise en œuvre de « Solutions d'adaptation fondées sur la nature » (SafN) peut permettre de renforcer ce rôle.



Crédit photo : © C. Morel

# **LES SOLUTIONS D'ADAPTATION FONDÉES SUR LA NATURE (SAFN) APPLIQUÉES AU SECTEUR DU BÂTIMENT**

# SafN : des solutions pour les milieux bâtis et le secteur du bâtiment



© UICN

**Les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) répondent au défi sociétal de l'adaptation au changement climatique.** Pour le secteur du bâtiment et de la construction, elles renvoient notamment à des actions de :

- végétalisation (plantation d'arbres de rue, façades végétalisées, toits verts intensifs ou extensifs, création de trames vertes) ;
- désimperméabilisation des sols (création de jardins ou de potagers, forêts urbaines, ouverture de cours d'eau enfouis) ;
- gestion alternative des eaux pluviales (jardins de pluie ou bassins d'infiltration).

En matière d'aménagement territorial qui recoupe également des actions de gestion durable et de préservation du littoral, plusieurs solutions transverses existent, comme la mise en place de corridors écologiques, la réhabilitation d'espaces par des formes végétales (ex. : friches) ou encore la restauration de mangroves, la dépoldérisation (création ou agrandissement d'une zone d'expansion des eaux pour faire face aux crues ou aux submersions marines) ou la plantation

« Les Solutions fondées sur la Nature sont définies comme les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité » (Union internationale pour la conservation de la nature - UICN).

Pour compléter et préciser cette définition des Solutions fondées sur la Nature (SfN), un standard international a été produit en 2020 par l'UICN. Il s'appuie sur 8 critères et 28 indicateurs, et vise à accompagner la mise en œuvre de SfN pertinentes et efficaces.

d'herbiers de posidonie dans les milieux littoraux (ADEME, 2021).

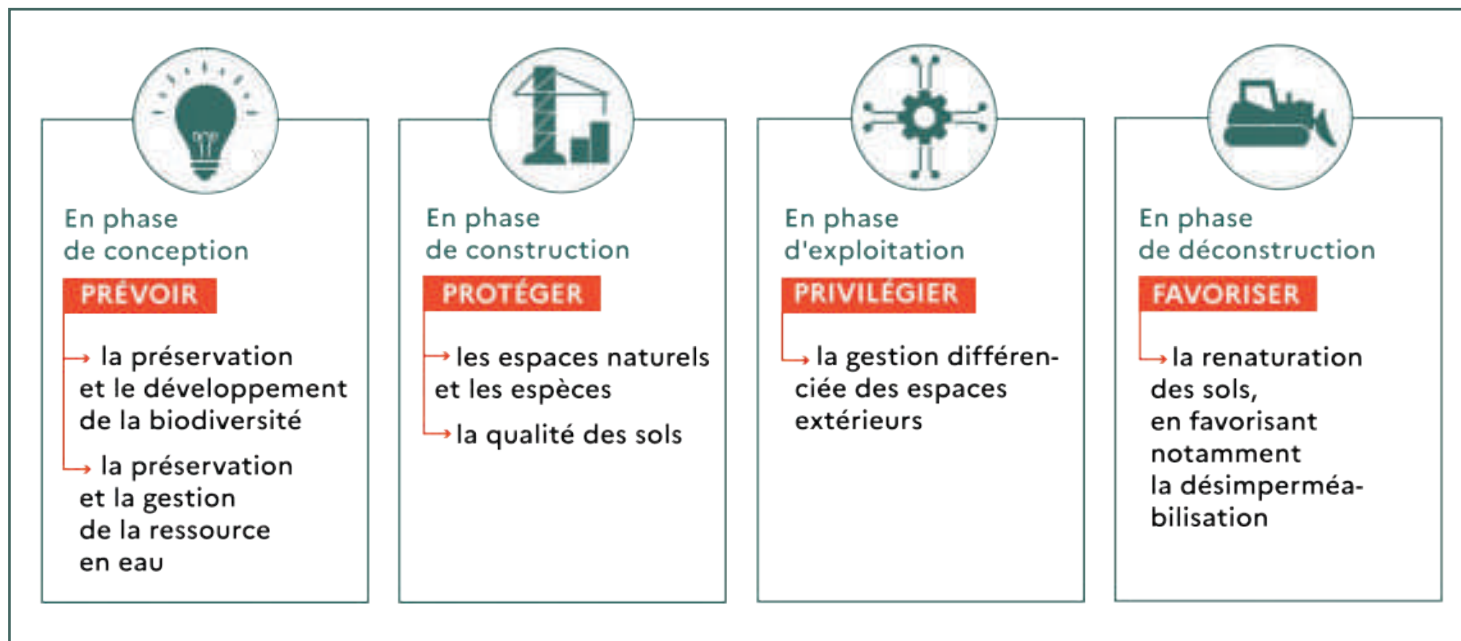
Les projets d'adaptation s'appuyant sur les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature contribuent donc à réduire le risque climatique, tout en fournissant des bénéfices pour la biodiversité.

Afin que les SafN aient les retombées escomptées sur les défis sociétaux qui cherchent à être relevés, il est nécessaire d'avoir recours à des pratiques qui permettent aux écosystèmes d'être les plus fonctionnels et résilients possibles.

Ces bonnes pratiques peuvent notamment recouvrir :

- l'application de la séquence ERC « Eviter, Réduire, Compenser (Cf. ci-après)
- la diversification des espèces végétales plantées
- l'adaptation de la végétation plantée au climat
- le respect des connectivités écologiques, c'est-à-dire le mouvement sans entrave des espèces animales et végétales à travers l'environnement.

# LES BONNES PRATIQUES COUVERTES PAR LES SaFN POUR AMÉLIORER L'ÉTAT DE LA BIODIVERSITÉ ET LA RÉSILIENCE DES PROJETS S'APPLIQUENT DANS LE CADRE DES 4 GRANDES PHASES D'INTERVENTION DES ACTEURS DE LA FILIÈRE DU BÂTIMENT ET DE LA CONSTRUCTION



## LIEN ÉTROIT ENTRE LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES ET LA SANTÉ DES ÉCOSYSTÈMES

La trame brune est « constituée par l'ensemble tridimensionnel des éléments biotiques et abiotiques constituant des sols permettant d'assurer les fonctions et continuités écologiques nécessaires aux organismes réalisant tout ou partie de leur cycle de vie dans la pédosphère » (UPGE – Union Professionnelle du Génie Ecologique).

Lorsque la trame brune est rompue, l'activité biologique du sol est plus faible, ce qui réduit les fonctions écologiques associées. La perte de richesse en lombrics, notamment, va réduire la porosité des sols, impactant ainsi leur capacité d'absorption d'eau.

En cas de fortes précipitations, le volume d'eau ruisselée sera plus important, augmentant donc le risque d'inondations.

A contrario, les périodes de sécheresses peuvent être plus redoutables, puisque l'infiltration de l'eau est limitée pendant le reste de l'année. L'humidité du sol sera donc plus faible.

Il y a donc un lien étroit entre les services écosystémiques et la santé des écosystèmes.



## SÉQUENCE «ÉVITER, RÉDUIRE, COMPENSER» (ERC) POUR ÉVITER LES ATTEINTES À L'ENVIRONNEMENT

La séquence « Éviter, Réduire, Compenser », dite ERC, est une déclinaison technique et opérationnelle des engagements internationaux, communautaires ou nationaux pris par la France en matière de préservation des milieux naturels. Elle vise à concilier développement économique et enjeux environnementaux, en constituant le fil conducteur d'intégration de l'environnement dans les documents de planification et les projets d'aménagement du territoire. Pour ces derniers, il s'agit d'éviter toute atteinte aux milieux naturels et aux services associés ; à défaut, de les réduire ; et, en dernier lieu, de les compenser (OFB).

La séquence « Éviter, Réduire, Compenser » constitue, à ce titre, un moyen d'atteindre l'objectif d'absence de perte nette, voire de gain de biodiversité et l'objectif de zéro artificialisation nette qui sont les deux objectifs phares de la loi n°2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, dite loi Biodiversité.

Source : [Portail d'information sur la démarche ERC \(MTECT\)](#)



## En phase de conception

La phase de conception est une étape clé dans la mise en place d'une stratégie d'adaptation au changement climatique d'un projet. C'est à cette étape qu'il est fondamental de préparer la réponse à 2 objectifs :

### 1. PRÉSERVER ET DÉVELOPPER LA BIODIVERSITÉ AU CŒUR DU PROJET

En effet, prendre en compte les bonnes pratiques pour la biodiversité dès cette étape du projet est primordiale afin de maximiser les co-bénéfices liés aux Solutions d'adaptation fondées sur la Nature. Afin d'accroître la pertinence écologique du projet et de favoriser des retombées d'adaptation optimales, il convient de mobiliser au plus tôt dans le projet :

- un écologue pour identifier les enjeux écologiques, limiter les impacts du projet, améliorer la cohérence du projet dans son territoire et favoriser les fonctionnements écologiques ;
- un paysagiste, afin d'organiser l'intégration des espaces végétalisés dans le projet et élaborer la notice paysagère, ainsi que la palette végétale.

Préserver au maximum les écosystèmes existants permet de maintenir la biodiversité et d'avoir, dès la phase d'exploitation du bâtiment, des écosystèmes déjà fonctionnels dont les co-bénéfices sont plus importants. La chance de survie des espaces préservés est alors supérieure aux espaces végétalisés et aquatiques nouvellement aménagés.

### 2. PRÉSERVER ET ANTICIPER LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU

En outre, concevoir le projet en anticipant dès le départ une gestion des eaux pluviales à la parcelle (intégration de la goutte d'eau au plus près de l'endroit où elle tombe) permet notamment de réduire le risque inondation, en diminuant la pression sur les réseaux collectifs lors d'évènements extrêmes.

Cela permet également de réactiver le cycle de l'eau local et de bénéficier des services écosystémiques associés, comme l'atténuation des périodes de sécheresse.

# 1. PRÉSERVER ET DÉVELOPPER LA BIODIVERSITÉ AU CŒUR DU PROJET

## OBJECTIFS FINAUX

- Intégrer la préservation de la biodiversité existante, notamment des espaces naturels
- Anticiper la protection, lors de la phase de chantier, de la biodiversité
- Développer et diversifier les espaces de biodiversité (si nécessaire)

## RÔLE DES ESPACES DE BIODIVERSITÉ DANS LE PROJET



### • Pour l'adaptation aux vagues de chaleur

- Limitation de l'effet d'îlot de chaleur urbain, en procurant de l'ombre aux bâtiments et infrastructures des alentours, en permettant de limiter le réchauffement de l'air par la réflexion des rayonnements solaires et en rafraîchissant les espaces extérieurs par la restitution de l'humidité du sol dans l'air via l'évapotranspiration
- Amélioration du confort thermique des occupants du bâtiment, par une régulation naturelle de la température et de l'humidité du bâtiment (jusqu'à 40% de réduction des variations de température), favorisant une réduction des consommations énergétiques pouvant aller jusqu'à 98% en période estivale pour les besoins en climatisation



### • Pour l'adaptation au risque d'inondation

- Désengorgement des réseaux d'eaux pluviales, grâce aux espaces végétalisés au sol, permettant un ralentissement du ruissellement et une amélioration de l'infiltration des eaux
- Création de zones tampon en cas d'inondations par crue



### • Pour l'adaptation aux vents violents

- Amélioration de la protection du bâti, grâce à la végétalisation des abords du bâtiment



### • Pour la biodiversité

- Prévention des espèces exotiques envahissantes, les proliférations étant rares dans un écosystème en bonne santé
- Maintien des services écosystémiques et de la bonne fonctionnalité des écosystèmes.

## NATURE EN VILLE ET ÎLOT DE FRAÎCHEUR

Dans un parc, la différence de température par rapport à des zones construites est significative, et varie selon sa superficie de :

→ - 3 °C pour 50 ha

→ - 2,5 °C pour 20 ha

→ - 1 °C pour 10 ha.

Source : *Aménager avec la nature en Ville, ADEME (2017)*

## PISTES D'ACTION

- **Conduire un diagnostic et un inventaire 4 saisons de la faune et de la flore** (Cf. rubrique « Méthodologie de la démarche d'adaptation : établir un diagnostic des impacts du changement climatique et mettre en œuvre une gestion adaptative »)
- **Conserver, préserver et restaurer les habitats existants favorables à la biodiversité**, ainsi que les espèces inféodées au bâti : haies, bois mort, rocailles, zones humides et inondables, ripisylves, mangroves ou herbiers de posidonie dans les milieux littoraux, martinets, hirondelles, chiroptères...



## COEFFICIENT DE BIOTOPE PAR SURFACE (CBS)

Le Coefficient de Biotope par Surface (CBS) décrit la proportion des surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables par rapport à la surface totale d'une parcelle. Il permet d'évaluer le taux de foncier non artificialisé d'un projet d'aménagement d'une parcelle, d'un îlot, d'un quartier, ou d'un plus vaste territoire.

Son calcul peut accompagner la qualité d'un projet en répondant à plusieurs enjeux :

- amélioration du microclimat
- infiltration des eaux pluviales et alimentation de la nappe phréatique
- création et valorisation d'un espace vital pour la faune et la flore.

Source : [Fiche Biodiversité, Cahier technique Ecosystèmes dans les territoires, ADEME \(2015\)](#)

- **Prévoir l'aménagement de refuges pour la faune et la flore en amont de la phase de chantier**, pour protéger les espèces présentes et leur permettre de se déplacer sur ces zones (par exemple, 1 an avant le début du projet pour une mare) ;
- **Créer / diversifier les espaces naturels**
  - **diversifier les milieux** : prairies, bosquets, haies, mares, talus, pierrailles, jardins, potagers, forêts urbaines, etc
  - **privilégier les essences locales et augmenter la diversité de ces essences** au sein d'une même zone de plantation, si nécessaire
  - **sélectionner les essences selon l'effet d'adaptation recherché** : essences caduques pour la fraîcheur, essence à feuillage persistant pour limiter les déperditions de chaleur
  - **sélectionner les essences selon la qualité du sol** pour qu'elles puissent jouer leur rôle dans l'adaptation et, d'une façon générale, pour garantir leur fonctionnalité à même de fournir des services écosystémiques



## ESPÈCES À ÉVITER POUR NE PAS ACCENTUER LE RISQUE DE SÉCHERESSE

Certaines espèces peuvent accentuer le risque de sécheresse (l'eucalyptus) ou la pollution, en émettant des composés chimiques volatils lors des pics de chaleur. D'autres espèces sont allergisantes, comme le platane, le frêne, le bouleau et le cyprès.

Source : [Planter sans se planter : 7 règles d'or pour garder nos villes au frais, ADEME \(2023\)](#)

- **Favoriser les continuités écologiques entre les milieux péri-urbains et les espaces végétalisés**
  - création de passages pour faune
  - remplacement des barrières infranchissables (murs, grillages, dalles) par des haies végétales
  - libre évolution des friches en espaces boisés
- **Végétaliser le bâti et ses abords**
  - **Végétaliser les toitures**, en fonction des contraintes liées au projet (prise en compte de la charge supplémentaire dans le cadre d'un bâtiment existant)
  - **Planter des arbres et des arbustes aux abords des bâtiments**, en choisissant l'implantation en fonction du bénéfice d'adaptation recherché et en favorisant une végétation stratifiée qui sera plus résiliente :
    - arbres implantés ouest / sud-ouest pour maximiser les apports solaires du bâtiment en hiver et les minimiser en été
    - haies et arbustes devant la façade exposée aux vents dominants pour protéger le bâtiment en cas de tempête
    - variété des essences pour plus de résilience face à la variabilité des aléas climatiques

→ **Végétaliser les façades, selon certaines conditions, avec 3 techniques au choix, en veillant à ne pas verser dans la maladaptation :**

1. la façade recouverte de plantes grimpantes fixées directement sur le mur
2. le brise-soleil végétalisé (pergola végétalisée, dispositifs verticaux avec pots)
3. le mur végétal avec un sol artificiel vertical comportant un substrat humide.



### TOITURES ET MURS VÉGÉTALISÉS : VIGILANCE SUR LA MALADAPTATION

La végétalisation des toitures connaît un succès grandissant. Elle est généralement réalisée sur de la pouzzolane de faible épaisseur avec des espèces de Sedum, principalement en raison de leur faible coût, de leur légèreté et de leur faible entretien, ce qui les rend adaptables à de nombreux bâtiments existants ou en projet.

Toutefois, en fonction des types d'installation mis en œuvre, l'intérêt pour la biodiversité, la protection mécanique, l'isolation thermique, la rétention des eaux pluviales, l'action sur la qualité de l'air, la capture du CO<sub>2</sub> et la qualité du cadre de vie ne sont pas toujours avérés.

Il y a donc un enjeu à bien questionner le projet de végétalisation, notamment en :

- prenant en compte le climat local (pluviométrie, température, direction et force des vents) et la hauteur du bâtiment, pour choisir le type de végétation à planter
- réalisant un inventaire botanique (ou études naturalistes) des milieux alentours, pour choisir la végétation à favoriser
- privilégiant les vivaces, dont quelques mellifères, pour contribuer à attirer insectes pollinisateurs et oiseaux
- prenant en compte les caractéristiques de développement des plantes, comme la profondeur des racines et le rythme de croissance, et en identifiant les déchets végétaux qui peuvent boucher les évacuations
- sélectionnant, pour les toitures peu porteuses, des plantes moins imposantes, comme les graminées, les plantes à bulbes et les légumineuses.

La même vigilance est à avoir lors de la mise en place de murs végétaux (plantes enracinées dans un milieu de culture apposé à la façade), car ceux-ci peuvent être très consommateurs en eau et en fertilisants, et venir alourdir considérablement la structure du bâtiment, et donc son bilan carbone. Ces structures sont en effet entièrement artificielles et principalement installées pour leurs caractéristiques esthétiques, en utilisant souvent des espèces horticoles ou exotiques. Ces milieux sont souvent peu propices à l'accueil de la biodiversité, puisque la végétation morte est fréquemment retirée, et que l'eau d'irrigation peut contenir des fongicides, des pesticides, des acides, etc.

Au contraire, les façades végétalisées par des plantes grimpantes qui s'enracinent directement dans le sol ou un bac ne nécessitent pas d'irrigation, ni de fertilisant supplémentaire. Leur capacité à rafraîchir l'environnement local est moins importante que les murs végétalisés, mais représentent un habitat pour plusieurs espèces d'oiseaux et d'insectes, ainsi qu'une source de nourriture.

Source : [Guide des actions adaptatives au changement climatique, OID \(2021\)](#)

## 2. PRÉSERVER ET ANTICIPER LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU

### OBJECTIFS FINAUX

- Favoriser l'infiltration de l'eau
- Protéger la qualité de l'eau
- Créer des points d'eau.

## RÔLE DES ESPACES DE BIODIVERSITÉ DANS LE PROJET



- **Pour l'adaptation aux vagues de chaleur**

- Augmentation du confort thermique, grâce aux zones humides et points d'eau
- Diminution de la consommation en eau potable des services communautaires et de la population



- **Pour l'adaptation au risque d'inondation**

- Amélioration de l'infiltration des eaux de pluie
- Réduction des pressions sur les réseaux collectifs lors des événements pluviaux extrêmes
- Stabilisation des berges



- **Pour la biodiversité**

- Hébergement d'une faune auxiliaire (prédateurs de moustiques, par exemple).



### SafN : DES SOLUTIONS ÉCONOMIQUES POUR LA GESTION DE L'EAU

Les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature s'avèrent souvent plus économiques et durables que les solutions grises (approches qui regroupent des mesures d'intervention physique ou de construction faisant appel à des services d'ingénierie pour rendre les bâtiments et infrastructures plus résistants aux phénomènes extrêmes).

La gestion intégrée des eaux de pluie permet une économie de 15 à 20% sur le montant des travaux par rapport à des solutions classiques. Par exemple, 1 m<sup>3</sup> d'eau traitée par un espace vert coûte 20 à 50 €/m<sup>3</sup>, contre 120 à 160 €/m<sup>3</sup> pour une tranchée drainante ou une chaussée à structure réservoir.

Source : [La nature en ville : comment accélérer la dynamique ? CESE \(2017\)](#)

## PISTES D'ACTION

- **Favoriser l'infiltration de l'eau**

- Positionner des jardins de pluie et des parcelles « éponges », notamment près des zones minérales (parking, par exemple), et favoriser l'écoulement naturel vers ces espaces d'infiltration, grâce à des bordures arasées avec plantation de haies ou des noues dites « canal »
- Utiliser des dispositifs de noues avec des biefs indépendants dans les zones en pentes, afin d'optimiser les volumes de stockage



### 2 TYPES DE NOUES ET LEUR ENTRETIEN

- **les noues infiltrantes**

Ce type de noues est mis en place lorsque le sol répond aux caractéristiques d'infiltrabilité. Dans ce cas, l'eau est amenée dans l'ouvrage pour y être stockée, avant d'être infiltrée naturellement dans le sol. Ainsi, l'eau est restituée à son cycle naturel.

- **les noues de tamponnage**

Ce type de noues est mis en place lorsque le sol ne répond pas aux caractéristiques d'infiltrabilité. Dans ce cas, l'eau est amenée dans l'ouvrage pour y être stockée avant d'être évacuée, à débit régulé, vers son exutoire.

L'entretien des noues se fait à travers les actions suivantes :

- la tonte des noues enherbées
- le fauchage des prairies avant les premières gelées
- la taille des massifs arbusifs
- la proscription de l'utilisation de produits toxiques.

Source : [Guide « Eaux et biodiversité dans les espaces commerciaux », AESN - PERIFEM \(2020\)](#)

- **Conserver les eaux en surface et éviter de les stocker**, car la concentration des eaux nuit à leur qualité, et implique un coût de traitement
- **Rouvrir les cours d'eau enterrés par le passé et restaurer les méandres**
  - Respecter prioritairement la morphologie d'origine du cours d'eau
  - Recréer des berges naturelles, si l'ancien cours d'eau n'est plus disponible
  - Prendre des mesures d'atténuation des impacts, si la découverte du cours d'eau n'est pas possible :
    - création de puits de lumière sur la couverture linéaire
    - mise en place d'éléments physiques pour faciliter le déplacement des poissons
- **Créer des points d'eau permanents, comme les noues, les mares ou les plans d'eau, avec des espaces peu artificialisés autour pour favoriser la biodiversité spécifique à ces habitats : amphibiens, libellules, flore pionnière des berges...**

## RETOURS D'EXPÉRIENCE INSPIRANTS

- **SESAME**, outil pour intégrer l'arbre dans les projets de renaturation urbaine
- **Transformation de friches industrielles en éco-quartier** « des Portes du Vercors » dans la Ville de Fontaine (Auvergne-Rhône-Alpes)



## En phase de construction

La phase de construction est une étape délicate pour la préservation de la biodiversité, puisque l'impact direct peut s'avérer très important si aucune mesure n'est mise en place.

La première mesure consiste à phaser le chantier en fonction des rythmes biologiques des espèces, pour éviter les nuisances et les destructions d'habitats pendant les périodes critiques (nidification, floraison, hibernation). Cela peut s'opérer à la faveur de la réalisation d'un inventaire faune-flore, qui permet d'anticiper les risques pour la biodiversité sans pour autant prendre de retard sur le chantier.

De plus, la transformation d'un site en phase de chantier implique de prendre des précautions pour préserver au maximum la végétation existante et le sol du tassement. En effet, la faune présente sur le site peut être écartée, les pièges écologiques évités, les arbres et leurs réseaux racinaires protégés. Pour cela, le passage des engins de chantier doit être limité à certaines zones, en prévoyant des espaces de circulation et des espaces de stockage des matériaux dans le plan d'installation du chantier.

## OBJECTIFS FINAUX

- Protéger les espaces naturels, les habitats non naturels et les espèces
- Préserver la qualité des sols.

## RÔLE DES ESPACES NATURELS ET DES SOLS DANS LE PROJET



- **Pour l'adaptation aux vagues de chaleur**

- Préservation des bénéfiques écosystémiques rendus par les espaces naturels



- **Pour l'adaptation au risque d'inondation**

- Préservation de la qualité des sols et de leur capacité d'absorption



- **Pour la biodiversité**

- Conservation d'un écosystème fonctionnel ancien

- Préservation de la qualité des sols (matière organique, fertilité, activité biologique)

- Limitation de la prolifération des espèces exotiques envahissantes.

### PISTES D'ACTION

- **Limiter l'artificialisation des sols** pour éviter l'étanchéisation et conserver les espaces attenants au futur bâti (bordures, voiries, espaces verts) en pleine terre ou en revêtements drainants, avec de la végétation ;
- **Organiser le phasage du chantier en fonction des rythmes biologiques** des espèces identifiées pendant l'inventaire écologique ;
- **Adapter les pratiques sur le chantier, pour protéger :**
  - **la faune :**
    - réduire les vibrations dans le sol
    - limiter le bruit et la pollution lumineuse
    - maintenir des zones de passage
    - éviter les pièges écologiques (fermer les tuyaux, éviter les fosses, recouvrir les matériaux poreux, etc.)
  - **la végétation**, dont les arbres remarquables :
    - mettre en place une procédure de non-fouille autour des arbres
    - protéger les racines (par exemple à l'aide d'un géotextile)
    - préserver les troncs
  - **les sols :**
    - restreindre la zone de chantier au strict minimum, pour limiter les tassements
    - éviter les aires de stockage non indispensables
    - protéger les sols des matériaux polluants pouvant lessiver (couvrir les engins lors des fortes pluies, éviter les eaux de laitance, etc.)
- **Éviter le recours à la terre végétale issue du décapage de terres agricoles**, en privilégiant une forme d'économie circulaire dans l'usage des terres
- **Conserver la terre végétale excédentaire pour sa richesse en biodiversité** (banque de graines, bactéries, acariens, champignons, vers de terre, cloportes, fourmis, etc.).



### PIÈGES ÉCOLOGIQUES

Dès la conception d'un projet, et durant les différentes phases de réalisation, il existe un enjeu fort à anticiper et à prévenir la création de pièges écologiques.

Ces pièges sont des éléments constituant des habitats ou des sources d'alimentation pour certaines espèces, le plus souvent présents de façon temporaire sur les sites.

Il peut s'agir par exemple d'un poteau métallique creux sur un chantier, de cavités à la surface du sol, de sources de lumière artificielle nocturne ou encore de bassins de rétention bâchés.

Lorsque ces éléments sont retirés du site, les individus des espèces concernées s'en retrouvent affectés.

Source : *Biodiversité sur le chantier : un trésor à préserver, FFB (2020)*

## COMMENT RÉAGIR À LA DÉCOUVERTE D'UNE ESPÈCE PATRIMONIALE OU PROTÉGÉE ?

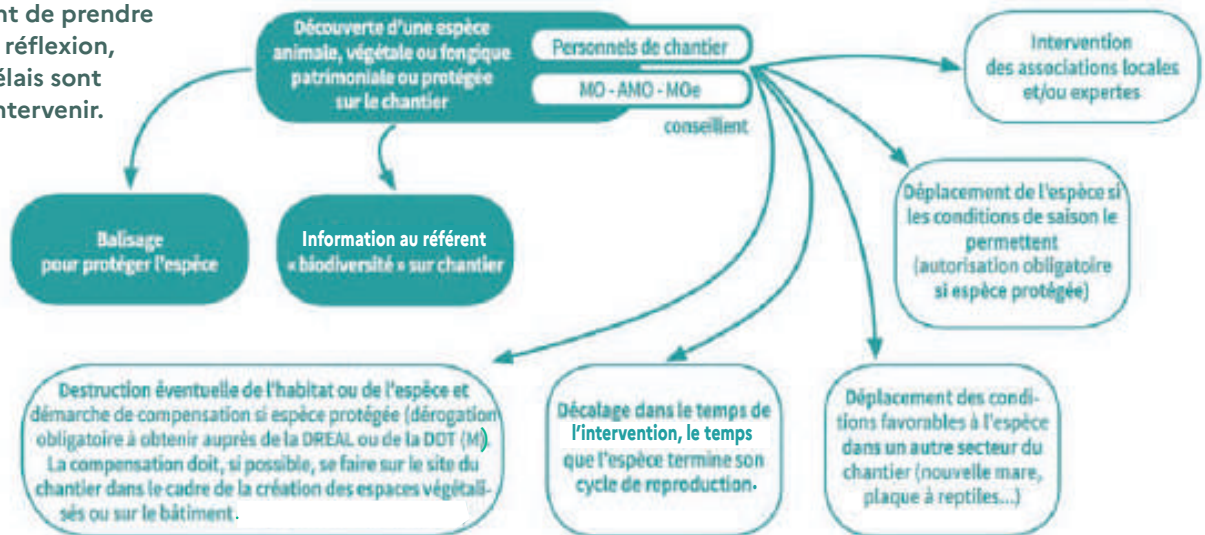
Il est possible de trouver des espèces protégées sur le site d'un chantier.

Ce cas de figure doit être traité bien en amont pour ne pas interrompre le chantier et engendrer des coûts supplémentaires.

### QUE FAIRE FACE À UN ALÉA ?

#### QUELS BONS RÉFLEXES ADOPTER ?

Il est important de prendre le temps de la réflexion, même si les délais sont réduits pour intervenir.



Source : Biodiversité et chantier : LPO (2019)



## MAÎTRISER LES ESPÈCES EXOTIQUES ENVAHISSANTES EN PHASE DE CHANTIER (LONGUE DURÉE) GRÂCE À LA TECHNIQUE DU PRÉVERDISSEMENT

Afin de maîtriser les espèces exotiques envahissantes en phase de chantier (longue durée), il convient à la fois d'assurer une surveillance de la chaîne d'approvisionnement en terre, et de recourir à la technique du préverdissement, à travers la réalisation d'un semis :

- de végétation couvrante à faible croissance : mélange à base de graminées (80%) et de fabacées (20%) ;
- ou d'une prairie fleurie caractérisée par une grande qualité et une grande variété d'espèces.

Ainsi, la terre gardera sa qualité agronomique (apport d'eau, complément d'azote atmosphérique, maintien des conditions favorables à la mésofaune du sol : vers de terre, collembolles...).

Pour assurer que les essences ainsi plantées soient adaptées aux spécificités locales, les porteurs de projet peuvent utiliser le dispositif « Végétal local ». Il s'agit d'un outil qui garantit la traçabilité des végétaux et la conservation de leur diversité génétique, afin de planter des essences adaptées à la restauration des écosystèmes et des fonctionnalités écologiques.

Source : Biodiversité et chantier : LPO (2019)

## RETOURS D'EXPÉRIENCE INSPIRANTS

- [Restauration des fonctionnalités de la rivière de l'Auxigny](#) pour faire face à l'évolution des régimes de pluie (Centre-Val de Loire)
- [Le « Village aux 4 000 arbres »](#) ou la renaturation de la ville de Villeneuve-le-Roi (Ile-de-France)



## En phase d'exploitation

En phase d'exploitation, après livraison du projet, il conviendra que le maître d'ouvrage assure l'entretien des espaces végétalisés.

Pour cela, le recours à une gestion différenciée des espaces verts peut s'avérer pertinente, en ce qu'elle consiste à effectuer un compromis entre la gestion relativement stricte et contrainte, et la gestion naturaliste des réserves orientée vers la protection du milieu. Selon la typologie et l'usage des espaces, les pratiques d'entretien peuvent ainsi

varier, laissant plus de place au développement de la biodiversité dans les zones peu utilisées, et en aménageant dans d'autres zones des espaces où la végétation est plus contrôlée, à des fins d'accessibilité par exemple.

En laissant de la place au développement de la végétation, la gestion différenciée permet ainsi de maximiser la fonctionnalité des écosystèmes et donc les bénéfices d'adaptation associés.

### OBJECTIF FINAL

- Mettre en œuvre une gestion différenciée des espaces extérieurs

### RÔLE DE LA GESTION DIFFÉRENCIÉE DANS LE PROJET



- **Pour l'adaptation aux vagues de chaleur**

→ Limitation de l'effet d'îlot de chaleur urbain, en :

- procurant de l'ombre aux bâtiments et infrastructures alentours
- permettant de limiter le réchauffement de l'air par la réflexion des rayonnements solaires
- rafraîchissant les espaces extérieurs par le rejet de l'humidité du sol dans l'air via l'évapotranspiration



- **Pour la biodiversité**

→ Maintien et création d'habitats favorables à la biodiversité

→ Préservation de la qualité des sols (matière organique, fertilité, activité biologique)

→ Diminution des produits chimiques libérés dans l'environnement.

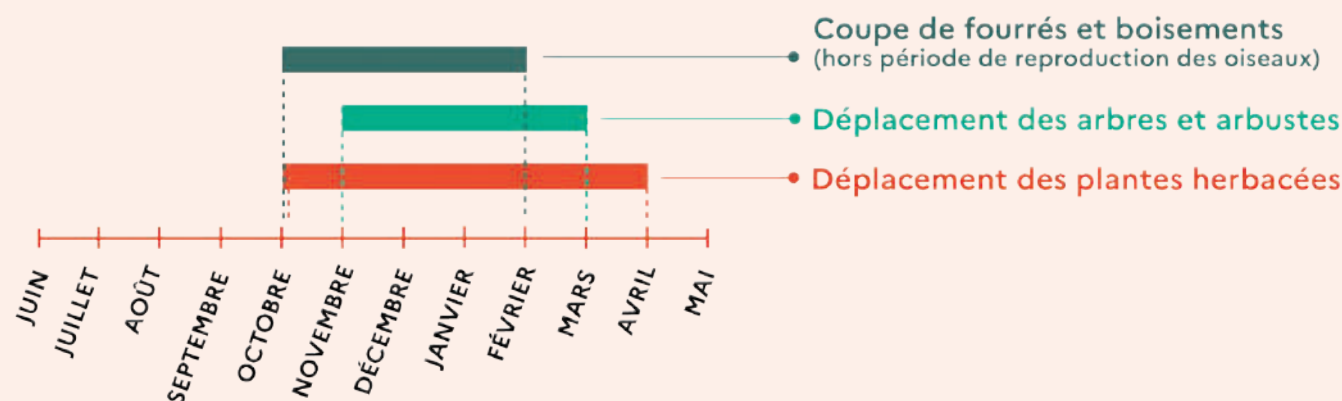
### PISTES D'ACTION

- **Laisser autant que possible la végétation en libre évolution** (expression de la banque de graines présentes), **en favorisant les pratiques de taille raisonnée**, ou en **choisissant des aménagements demandant peu d'entretien** (prairies fleuries, prairies inondées, etc.)
- **Privilégier l'entretien extensif des espaces extérieurs** (s'il s'avère nécessaire) :
  - en réduisant les tontes (fauches tardives, écopâturage) et en utilisant les produits de la tonte (tonte mulching, paillage avec les résidus de fauche), pour préserver la séquestration de carbone
  - en diminuant l'usage des intrants (engrais, pesticides, carburant) au profit de moyens mécaniques pour l'entretien (brosses, arrachage manuel) et de l'utilisation du compost, si nécessaire, comme substitut aux engrais
- **Favoriser un arrosage en gestion intégrée des eaux de pluie**
- **Choisir une palette végétale locale ou adaptée aux climats futurs**
  - En utilisant le dispositif « Végétal Local » : cette diversité génétique à l'origine des adaptations génétiques locales des plantes est le fondement d'écosystèmes résilients.
  - En mobilisant l'initiative Plante & Cité pour des conseils sur le choix des essences.



## PLANNING SAISONNIER DES PÉRIODES D'INTERVENTION EN FONCTION DES RYTHMES BIOLOGIQUES

Source : Biodiversité et chantier, LPO (2019)



### RETOURS D'EXPERIENCE INSPIRANTS

- [L'éco-campus Evergreen](#) pour le siège du groupe Crédit agricole à Montrouge (Ile-de-France)
- [Co-construction d'une stratégie de renaturation](#) intégrée au PLUi de la Ville d'Angoulême (Nouvelle-Aquitaine)



## En phase de déconstruction

Dans le cas d'une déconstruction d'un bâtiment, la désimperméabilisation des sols permettra aux espèces pionnières de reconquérir cet espace dégradé.

C'est le premier stade d'une succession écologique qui pourra donner lieu à la reconstruction

d'écosystèmes fonctionnels qui influenceront leur environnement proche et apporteront des services écosystémiques.

Des mesures de réhabilitation des sols dégradés, via la renaturation et la restauration des écosystèmes, permettent d'accélérer ce processus.

### OBJECTIF FINAL

- Désimperméabiliser et réhabiliter les sols

### RÔLE DE LA DÉSIMPERMABILISATION ET DE LA REHABILITATION DES SOLS DANS LE PROJET



#### • Pour l'adaptation aux vagues de chaleur

- Amélioration de la résilience des arbres (climat, maladie), grâce à la restructuration de leur réseau de connexions
- Réduction de l'effet des îlots de chaleur urbains (moins de stockage de chaleur, plus d'évapotranspiration)
- Recharge des nappes souterraines



#### • Pour l'adaptation au risque d'inondation

- Restauration de la qualité des sols (structure et humidité)
- Réduction des débordements (prévention des crues et des glissements de terrain)
- Amélioration de l'infiltration des eaux de pluie
- Réduction des volumes d'eaux pluviales dans les réseaux unitaires (moins de traitement des eaux)



#### • Pour la biodiversité

- Restauration du réseau de trame brune et de la qualité des sols (matière organique, fertilité, activité biologique)
- Limitation des transferts de contaminants dans l'environnement (envols de poussières, lessivage des éléments toxiques).

## PISTES D'ACTION

- **Remplacer les surfaces imperméabilisées :**
  - par des espaces continus de pleine terre, en priorité
  - par des matériaux perméables (ex. dalles de gazon, béton poreux), si un pavage est nécessaire
- **Renaturer les espaces désimperméabilisés :**
  - par la régénération spontanée
  - par l'écologie de la restauration et l'ingénierie écologique
- **Restaurer les sols dégradés :**
  - par le phytomanagement, « *approche de gestion d'un site dégradé ou délaissé permettant d'accroître progressivement sa valeur directe ou indirecte en faisant appel à un ensemble de techniques utilisant les végétaux, et soucieux de la fonctionnalité du sol* » (définition du groupe de travail IDfriches)
  - par le génie pédologique, qui consiste à reconstituer ou à créer des sols fonctionnels
- **Réhabiliter les sols érodés, les talus et les berges**, par l'utilisation de techniques de fascinage, suivie de semis de végétaux adaptés
- **Dépolluer les sols**, grâce aux phytotechnologies ; par exemple :
  - le saule *Salix viminalis*, capable d'emmagasiner une grande quantité de métaux
  - la moutarde indienne *Brassica juncea*, reconnue pour sa capacité à séquestrer plusieurs métaux, dont le plomb.



### DÉSIMPERMÉABILISATION ET RETRAIT-GONFLEMENT D'ARGILES (RGA)

La désimperméabilisation n'est pas adaptée aux sols sensibles au RGA, ni aux sols avec une pente supérieure à 2,5%.

Source : [Guide des actions adaptatives au changement climatique, OID \(2021\)](#)



### S'AFFRANCHIR DES NOTIONS DE SOL PAUVRE ET DE SOL RICHE

- Un sol pauvre peut être le substrat d'une flore indispensable à la vie d'une faune particulière (jardins de mousse, plantes rudérales, flore pionnière/friches)
- Un sol enrichi peut être bon pour la production à court terme, mais contre-productif pour la diversité biologique à plus long terme.

Source : [Guide « Réussir la planification et l'aménagement durables », ADEME \(2013\)](#)

## RETOURS D'EXPERIENCE INSPIRANTS

- [Transformation d'une cour d'école et de ses abords en îlot de fraîcheur urbain](#) de proximité à Échirolles (Auvergne-Rhône-Alpes)
- [Transformation de la friche urbaine Kodak de Sevran](#) en espace de nature et de fraîcheur (Île-de-France)



## Des ressources pour vous accompagner

### Outils pour le déploiement des actions d'adaptation (diagnostic / stratégie / gestion adaptative)



En phase  
de conception

**Résilience For Real Estate (R4RE)** : Plateforme cartographique d'analyse de résilience comprenant un outil d'analyse de risques climatiques, Bat-ADAPT, et un volet d'analyse des risques biodiversité, BIODI-Bat.

**Géoïdd** : Outil cartographique permettant de visualiser les données à l'échelle d'une commune sur l'artificialisation des sols, le sol et le sous-sol, la biodiversité, l'eau, etc.

**Barème de l'arbre** : Outil permettant de planter le bon arbre au bon endroit, sur la base entre autres des services écosystémiques recherchés et de l'adaptation nécessaire au changement climatique.

**SESAME** : Outil permettant de planter le bon arbre au bon endroit, sur la base notamment des services écosystémiques recherchés et de l'adaptation nécessaire au changement climatique.

**Floriscope** : Guide des essences pour les jardins et espaces verts.



En phase  
de construction

**Programme ADEME BioIndicateurs des sols** : Site dédié à l'étude de la biodiversité des sols en milieu tempéré.



En phase  
d'exploitation

**Conception, réalisation et entretien des toitures végétalisées** : Guide technique.



En phase  
de décon-  
struction

**InfoSOL** : Cartographie et mesure de la qualité des sols.

**APPLICASOL** : Système d'information référençant et facilitant la mise en commun de l'ensemble des applications thématiques réalisées à partir des bases de données cartographiques sur les sols.

**Sols vivants** : Guide technique sur les alternatives à l'artificialisation des sols et la réhabilitation des sols dégradés.

**Renaturer les villes** : Guide technique.

### Documentation

**Naturefrance.fr** : Service public d'information sur la biodiversité.

**Trame verte et bleue** : Centre de ressources pour la mise en place de la trame verte et bleue (réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques).

**Expérimentations urbaines** : Territoire zéro artificialisation nette.

**Nature4cities** : Plateforme web de références et d'outils autour des Solutions fondées sur la Nature.

**Intégration des sols dans les documents d'urbanisme** : Guide méthodologique.

## Réseau / Animation territoriale

**Life ARTISAN :** Réseau de valorisation des Solutions d'adaptation fondées sur la Nature.

**Les zones ateliers :** Réseau d'étude scientifique, labellisé par territoire, concernant la préservation de la biodiversité et des écosystèmes, et l'observation des impacts du changement climatique.

## Aides et financements

**ADEME :** Financements, aides et appels à projets.

**Agence de l'eau :** Financements (aides à la désimperméabilisation, notamment).

**Plan France Relance :** Aide aux investissements de protection et énergétique.

**BPI France :** Financement de projets de transition écologique et énergétique.

**Fond européen de développement régional (FEDER) :** Co-financement national ou régional.

**Banque européenne d'investissement :** Prêts pour les investissements de recherche-développement.

**LIFE - Action Climat :** Financement de projets ayant un impact environnemental et climatique.

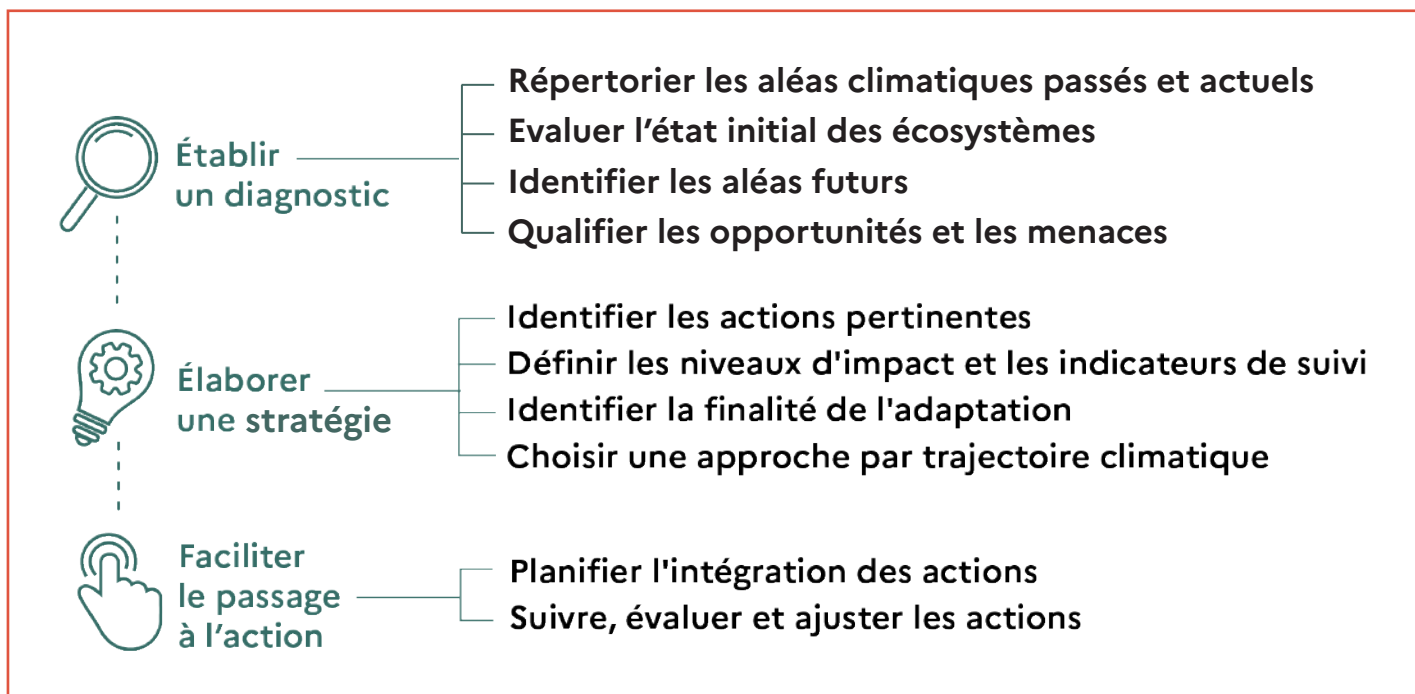
# Méthodologie de la démarche d'adaptation : établir un diagnostic des impacts du changement climatique et mettre en oeuvre une gestion adaptative

Afin d'intégrer les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) dans le cadre d'un projet de construction / d'aménagement, les gestionnaires et promoteurs doivent disposer d'une vision précise sur les aléas liés au changement climatique qui risquent d'impacter le terrain où se situe le projet.

Pour cela, ils doivent s'inscrire dans une réflexion qui passe nécessairement par 3 étapes :

- l'établissement d'un diagnostic local des impacts (présents et futurs) du changement climatique
- la hiérarchisation des opportunités et des menaces qui en découlent, et l'identification de solutions d'adaptation au changement climatique les plus pertinentes à déployer
- la planification à court, moyen et long terme de la mise en oeuvre de ces solutions.

## 3 ÉTAPES :





## ANALOGUES CLIMATIQUES

Pour une région donnée, d'autres territoires plus au sud ou à l'est ont d'ores et déjà aujourd'hui des caractéristiques climatiques du climat futur attendu.

Ces analogues permettent d'envisager les impacts attendus.

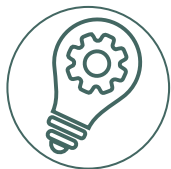
Source : « Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) », MTECT (2024)

**Il est important de bien distinguer les impacts attribuables au changement climatique de ceux découlant d'autres tendances de fond sans rapport avec le changement climatique.**



## Établir un diagnostic des impacts du changement climatique

- **Répertorier les aléas climatiques passés et actuels et leurs impacts :**
  - Quelles activités de la filière ont été touchées par des aléas ?
  - Quel a été l'impact sur les autres maillons de la filière ?
  - Quels ont été les points forts et les points faibles de la gestion de crise de ces aléas ? (Cf. [Georisques](#) dans « Des ressources pour vous accompagner »)
- **Évaluer l'état initial des écosystèmes :**
  - Identifier les habitats et les espèces en présence, par l'observation et la mobilisation de données des observatoires de la biodiversité (inventaires faune-flore 4 saisons, par exemple)
  - Mesurer les pressions exercées sur la biodiversité
  - Identifier les enjeux de préservation de la biodiversité
- **Identifier les aléas futurs :**
  - Définir un horizon de travail et un scénario climatique de référence en s'appuyant sur la trajectoire de réchauffement de référence choisie par la France (Cf. les outils proposés ci-après)
  - S'appuyer sur des indicateurs climatiques (températures, précipitations, etc.)
- **Qualifier les opportunités et les menaces :**
  - Identifier, évaluer et hiérarchiser les impacts et leurs répercussions sur la filière :
    - Quel est le seuil de déclenchement de l'impact ?
    - A-t-il un effet positif ou négatif ?
    - Quelle est son intensité ?



## Élaborer une stratégie d'adaptation

- **Identifier et évaluer les solutions envisagées d'adaptation au changement climatique :**
  - Cette action permet-elle de réduire efficacement l'impact étudié ?
  - Peut-elle être ajustée si les changements sont différents de ceux qui avaient été envisagés ?
  - L'action a-t-elle un effet bénéfique, nul ou préjudiciable sur la capacité d'adaptation des autres acteurs/maillons de la filière ?
  - Apporte-t-elle des bénéfices environnementaux supplémentaires ?
  - ...
- **Définir des niveaux d'impact** du changement climatique et **des indicateurs** pour leur suivi
- **Identifier la finalité de l'adaptation**, car celle-ci évolue en fonction des niveaux d'impact et implique une vision dynamique de l'adaptation avec une construction graduelle
- **Choisir une approche par trajectoire climatique** pour planifier l'adaptation de manière dynamique et évolutive, en combinant et en séquençant les actions envisagées. Un ou plusieurs chemin(s) ou transition(s) est(sont) possibles pour répondre aux objectifs d'adaptation actuels ou pour l'horizon fixé.



## Faciliter le passage à l'action

- **Réaliser une planification à court, moyen et long terme** de la mise en œuvre de ces solutions, via l'intégration des actions d'adaptation dans les stratégies filières actuelles
- **Suivre, évaluer et ajuster** les actions.

### LE RÔLE DES FILIÈRES AMONT ET AVAL DANS LA MISE EN ŒUVRE DES SafN

La mise en œuvre des SafN doit s'appuyer sur un diagnostic de vulnérabilité aux impacts du changement climatique (étape 1) de toute la chaîne de valeur et une évaluation des actions identifiées.

#### Quelques exemples d'outils permettant de se lancer dans la démarche :

- Pour sensibiliser : [Les Ateliers de l'Adaptation au Changement Climatique \(AdACC\)](#)
- Pour évaluer sa vulnérabilité sur toute sa chaîne de valeur et démarrer un plan d'actions en tant qu'entreprise : [méthode OCARA \(Carbone 4\)](#)
- Pour évaluer ses actions d'adaptation au changement climatique : [ACT Adaptation \(ADEME\)](#).

### ÉVITER LA MALADAPTATION

Phénomène résultant de mesures prises dans l'objectif d'une adaptation au changement climatique susceptibles d'aggraver le risque de conséquences néfastes associées au climat (y compris par une hausse des émissions de gaz à effet de serre), d'accentuer la vulnérabilité face au changement climatique ou de dégrader les conditions de vie actuelles ou futures. Ce résultat est rarement intentionnel.

Source : GIEC



# Des ressources pour vous accompagner

## Outils pour le déploiement des actions d'adaptation (diagnostic / stratégie / gestion adaptative)

**Géorisques :** Plateforme d'information sur les aléas climatiques et les risques naturels passés sur un territoire.

**DRIAS :** Site internet mettant à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat (IPSL, CERFACS, CNRM).

## Documentation

**Bureau de l'adaptation au changement climatique (MTECT) :** Documentation sur les effets prévisibles du changement climatique et recommandations en matière d'adaptation des activités. Pilote le 2ème Plan National d'Adaptation au changement climatique (PNACC2) qui intègre la Trajectoire de réchauffement de référence.

**« Climat HD » - Météo-France :** Synthèse des derniers travaux des climatologues.

**Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique :** Information et veille sur l'impact du changement climatique.

**Inventaire national du patrimoine naturel :** Liste hiérarchisée et descriptifs des habitats d'intérêt communautaire de la directive « Habitats-Faune-Flore ».

**Association Infoclimat :** Données sur la météo et le climat.

**Atlas mondial interactif du GIEC :** Données sur la météo et le climat.

**Diagnostiquer l'impact du changement climatique sur un territoire (ADEME, 2018) :** Premier outil (le diagnostic) de la démarche TACCT - Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires - comprenant 3 outils.

**Construire des trajectoires d'adaptation au changement climatique du territoire (ADEME, 2019) :** Deuxième outil (la stratégie) de la démarche TACCT - Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires - comprenant 3 outils.

**Évaluer les politiques d'adaptation au changement climatique (ADEME, 2019) :** Troisième outil (l'évaluation) de la démarche TACCT - Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires - comprenant 3 outils.

**Démarche d'adaptation au changement climatique dans les secteurs agricoles et forestiers et leurs filières (ADEME) :** quels facteurs clés pour la mobilisation des acteurs jusqu'à la mise en œuvre de stratégies d'actions concrètes ?

**En entreprise, comment s'engager dans un parcours d'adaptation au changement climatique ? (ADEME, 2024) :** Sélection de 30 témoignages d'entreprises françaises qui se sont lancées





Crédit photo : © Crédit Agricole S.A

# DES RETOURS D'EXPÉRIENCE INSPIRANTS

Pour illustrer la mise en œuvre de Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN), qui combinent enjeux d'adaptation au changement climatique et préservation de la biodiversité, les retours d'expérience suivants peuvent être inspirants.



Crédit photo : © Luc Chrétien

# 1. SESAME : outil pour intégrer l'arbre dans les projets de renaturation urbaine

Le Cerema, Metz et l'Eurométropole de Metz ont initié le projet **SÉSAME : Services Écosystémiques rendus par les Arbres, Modulés selon l'Essence, désormais décliné dans une dizaine de territoires métropolitains.**

L'objectif de SESAME est d'identifier des espèces d'arbres et d'arbustes adaptées à la fois à l'identité locale, aux conditions difficiles inhérentes au milieu urbain et aux évolutions attendues du climat.

Plusieurs centaines de « fiches espèces » ont été créées, présentant les atouts et faiblesses

de chaque espèce (morphologie, croissance, résistance, services rendus, contraintes associées). Un applicatif informatique utilisable par d'autres collectivités est également disponible.

**Porteur de projet : Cerema**

Plus d'informations : <https://sesame.cerema.fr/>

## POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Vague de chaleur



Tempête (vents violents)



Inondation

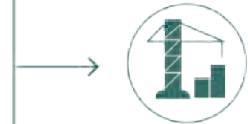


Feu

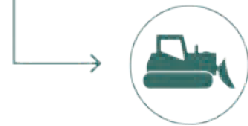
### LES BONNES PRATIQUES



En phase de conception, **PRÉVOIR** la préservation et le développement de la biodiversité (espaces naturels, espèces de faune et flore)



En phase de construction, **PROTÉGER** les espaces naturels et les espèces



En phase de déconstruction, **FAVORISER** la renaturation des sols, en favorisant par exemple la désimperméabilisation



Crédit photo : © C. Morel

## 2. Transformation de la friche industrielle en éco-quartier « des Portes du Vercors » dans la Ville de Fontaine (Auvergne-Rhône-Alpes)

La ZAC des Portes du Vercors prévoit la construction d'environ 950 logements et de 13 000 m<sup>2</sup> de commerces, services et activités au sein de la Ville de Fontaine, sur un périmètre constitué majoritairement de friches industrielles.

Ce projet prévoit :

- une désimperméabilisation importante des sols
- une remise à ciel ouvert d'un ruisseau
- la dépollution des terrains
- la réduction de l'exposition de la population locale au risque d'inondation.

En 2024, le ruisseau sera remis en eau vive (alternance de courants lents et rapides, variation des profondeurs, reconstitution de sous-berges, de frayères, d'herbiers, de blocs avec caches, de ripisylves, suppression de barrages).

Une trame verte maillant l'ensemble du futur quartier avec des couloirs écologiques sera également mise en place.

Ces aménagements permettront de prévenir les inondations par ruissellement d'occurrence trentennale, de réduire le phénomène d'îlot de chaleur urbain et d'apporter des bénéfices pour la biodiversité.

**Porteur de projet : Grenoble Alpes Métropole (Territoire engagé pour la nature - TEN)**

Plus d'informations : <https://metropoleparticipative.fr/35-les-portes-du-vercors.htm>

### POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Vague de chaleur



Inondation

#### LES BONNES PRATIQUES



En phase de conception, **PREVOIR :**

- la préservation et le développement de la biodiversité (espaces naturels, espèces de faune et flore)
- la préservation et la gestion de la ressource en eau



En phase de déconstruction, **FAVORISER** la renaturation des sols, en favorisant par exemple la désimperméabilisation



Crédit photo : © SIVY

### 3. Restauration des fonctionnalités de la rivière de l'Auxigny pour faire face à l'évolution des régimes de pluie (Centre-Val de Loire)

La Commune de Saint-Martin d'Auxigny et le Syndicat intercommunal de la vallée de l'Yèvre (SIVY) ont mené un projet d'amélioration de l'état environnemental d'un cours d'eau, en restaurant sa fonctionnalité morphologique.

L'objectif était de permettre une meilleure réponse de l'écosystème au risque d'inondation et d'optimiser le fonctionnement et la recharge des nappes phréatiques.

Trois espaces ont été aménagés :

- une friche industrielle a été désimperméabilisée et dépolluée
- une zone de pré a été renaturée
- une zone humide a été reconnectée au cours d'eau.

Cette réhabilitation a réduit l'impact des inondations de sites à enjeux (habitations), grâce à la fonctionnalité retrouvée des zones d'expansion de crues et à la capacité de rétention des milieux humides.

La restauration de la continuité végétale et aquatique a également favorisé le retour d'espèces animales et végétales adaptées aux milieux restaurés.

**Porteur de projet : Syndicat Intercommunautaire de la Vallée de l'Yèvre**

Plus d'informations : [https://www.tropheesadaptation-life-artisan.com/wp-content/uploads/2022/03/TROPHEE\\_LIFE\\_ARTISAN\\_FICHE\\_SIVY.pdf](https://www.tropheesadaptation-life-artisan.com/wp-content/uploads/2022/03/TROPHEE_LIFE_ARTISAN_FICHE_SIVY.pdf)

#### POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Vague de chaleur



Sécheresse et RGA



Inondation

#### LES BONNES PRATIQUES



En phase de conception, **PRÉVOIR** :

- la préservation et le développement de la biodiversité (espaces naturels, espèces de faune et flore)
- la préservation et la gestion de la ressource en eau



En phase de construction, **PROTÉGER** les espaces naturels et les espèces



En phase de déconstruction, **FAVORISER** la renaturation des sols, en favorisant par exemple la désimperméabilisation



Crédit photo : © Ville de Villeneuve-le-Roi

## 4. Le « Village aux 4 000 arbres » ou la renaturation de la ville de Villeneuve-le-Roi (Île-de-France)

En 2019, la mairie de Villeneuve-le-Roi, la Métropole du Grand Paris et l'entreprise CDC Biodiversité ont débuté des actions de renaturation pour restructurer la trame verte de la ville, sur une surface totale de 73 980 m<sup>2</sup>.

L'objectif est de s'adapter à un fort risque d'inondation.

La désimperméabilisation et la reprise du nivellement des coteaux ont entraîné :

- une amélioration de l'infiltration des eaux de ruissellement
- une baisse du risque d'inondation
- une décharge du réseau d'eau pluviale.

L'enrichissement du patrimoine arboré de la ville avec des essences rustiques a renforcé la résistance à la sécheresse, et recréé des corridors écologiques.

Cette renaturation a également permis de diminuer les effets d'îlots de chaleur urbains.

**Porteur de projet : Ville de Villeneuve-le-Roi**

Plus d'informations :

- <https://www.villeneuve-le-roi.fr>

- <https://www.cdc-biodiversite.fr/realisations/village-aux-4000-arbres>

### POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Vague  
de chaleur



Sécheresse  
et RGA



Inondation

#### LES BONNES PRATIQUES



En phase de conception, **PRÉVOIR** :

- la préservation et le développement de la biodiversité (espaces naturels, espèces de faune et flore)
- la préservation et la gestion de la ressource en eau



En phase de construction, **PROTÉGER** les espaces naturels et les espèces



En phase de déconstruction, **FAVORISER** la renaturation des sols, en favorisant par exemple la désimperméabilisation



Crédit photo : © Crédit Agricole S.A

## 5. L'éco-campus Evergreen pour le siège du groupe Crédit agricole à Montrouge (Île-de-France)

L'éco-campus Evergreen, situé à Montrouge et composé de 200 000 m<sup>2</sup> de bureaux et 4 ha de jardin, avec plus de 90 espèces végétales, accueille toutes les filiales du Crédit Agricole.

Le jardin paysager traditionnel existant a été transformé en projet paysager suivant un mode de gestion écologique qui respecte les saisons et accueille la biodiversité locale.

Aucun produit phytosanitaire n'est utilisé, les tontes ont lieu une à deux fois par an, l'arrosage est raisonné et en majorité issu d'eau pluviale. Les habitats sont variés : prairie fleurie, zone humide, etc.

Pour accompagner et mesurer le développement de son potentiel écologique, le site a été labellisé BiodiverCity® Life, distinguant la prise en compte de la biodiversité sur un site en exploitation, et refuge LPO (Ligue pour la protection des oiseaux).

**Porteur de projet : Crédit Agricole S.A**

Plus d'informations : <https://www.ca-immobilier.fr/nous-connaître/projets/montrouge/campus-evergreen>

### POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Vague de chaleur



Inondation

#### LES BONNES PRATIQUES



En phase de conception, **PRÉVOIR** la préservation et le développement de la biodiversité (espaces naturels, espèces de faune et flore)



En phase d'exploitation, **PRIVILÉGIER** la gestion différenciée des espaces extérieurs



En phase de déconstruction, **FAVORISER** la renaturation des sols, en favorisant par exemple la désimperméabilisation



Crédit photo : © Ville d'Angoulême

## 6. Co-construction d'une stratégie de renaturation intégrée au PLUi de la Ville d'Angoulême (Nouvelle-Aquitaine)

La mairie d'Angoulême a fait appel au Cerema pour l'accompagner dans un processus de co-construction d'une stratégie de renaturation, afin de s'adapter au changement climatique et d'intégrer les enjeux de biodiversité.

Le projet, intégré au PLUi (Plan local d'urbanisme intercommunal), s'est appuyé sur 7 volets, dont notamment :

- l'identification des continuités écologiques
- la définition d'une stratégie de désimperméabilisation des sols et de gestion alternative des eaux pluviales
- la construction d'une stratégie de renaturation rattachée au Plan « Poumons verts », qui vise la

création d'espaces végétalisés procurant de la fraîcheur en période estivale

- la déclinaison de l'outil Sésame.

L'ambition est également d'amorcer une dynamique locale « villes moyennes » pour fédérer les collectivités engagées sur les questions de « nature en ville », et ainsi faciliter les échanges de bonnes pratiques et les retours d'expérience.

**Porteur de projet : Ville d'Angoulême**

Plus d'informations : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/angouleme-nature-se-met-au-service-ville-apaisee-vivante>

### POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Vague de chaleur



Sécheresse et RGA



Inondation

#### LES BONNES PRATIQUES



En phase de conception, **PRÉVOIR :**

- la préservation et le développement de la biodiversité (espaces naturels, espèces de faune et flore)
- la préservation et la gestion de la ressource en eau



En phase de construction, **PROTÉGER :**

- les espaces naturels et les espèces
- la qualité des sols



En phase de déconstruction, **FAVORISER** la renaturation des sols, en favorisant par exemple la désimperméabilisation



# 7. Transformation d'une cour d'école et de ses abords en îlot de fraîcheur urbain de proximité à Échirolles (Auvergne-Rhône-Alpes)

Situé au cœur d'un quartier d'Échirolles fortement exposé au phénomène d'îlot de chaleur urbain et de surchauffe estivale, le projet est né de la transformation complète de la cour d'école Marcel David, d'un terrain de sport et des abords d'un gymnase, auparavant imperméabilisés en quasi-totalité, en un lieu tempéré bénéficiant aux élèves, aux habitants et à la biodiversité.

Sur les 8 340 m<sup>2</sup> d'espaces aménagés, plus de 6 100 m<sup>2</sup> ont été débarrassés du bitume et rendus perméables, permettant :

- la récupération et l'infiltration naturelle des eaux de pluie

- la plantation de près de 90 arbres d'essences variées et adaptées au réchauffement climatique
- la création d'une mare et d'un jardin pédagogiques
- l'ouverture aux habitants du quartier d'une allée et d'une placette plantées.

**Porteur de projet : Ville d'Échirolles**

Plus d'informations : [https://www.tropheesadaptation-life-artisan.com/wp-content/uploads/2022/03/TROPHEE\\_LIFE\\_ARTISAN\\_FICHE\\_ECHIROLLES.pdf](https://www.tropheesadaptation-life-artisan.com/wp-content/uploads/2022/03/TROPHEE_LIFE_ARTISAN_FICHE_ECHIROLLES.pdf)

## POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Vague de chaleur



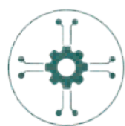
Inondation

### LES BONNES PRATIQUES



En phase de conception, **PRÉVOIR :**

- la préservation et le développement de la biodiversité (espaces naturels, espèces de faune et flore)
- la préservation et la gestion de la ressource en eau



En phase de conception, **PRIVILÉGIER** la gestion différenciée des espaces extérieurs



En phase de déconstruction, **FAVORISER** la renaturation des sols, en favorisant par exemple la désimperméabilisation



Crédit photo : © CDC Biodiversite

# 8. Transformation de la friche urbaine Kodak de Sevran en espace de nature et de fraîcheur (Île-de-France)

Acquise par la mairie de Sevran, la « friche Kodak », occupée pendant 70 ans par la société éponyme, se déploie sur 11,35 ha.

Elle fait tout d'abord l'objet d'importants travaux de dépollution pendant 5 ans. Puis la commune débute un projet de transformation de la friche en espace de nature et de fraîcheur, dans le cadre du programme Nature 2050.

Le projet a restauré les corridors écologiques, qui assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité (zones de passage de la petite faune, végétation en libre évolution, réouverture des milieux prairiaux en friche et des zones humides), offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie.

Ces aménagements ont favorisé :

- la redynamisation de la vie des sols, du fait d'opérations de désartificialisation et de dépollution
- la baisse du phénomène d'îlot de chaleur urbain, grâce à la nouvelle strate arborée
- la reconnexion au canal de l'Ourcq
- l'expression d'une biodiversité locale plus à même de s'adapter au changement climatique.

Porteur de projet : Ville de Sevran

Plus d'informations : <https://www.cdc-biodiversite.fr/realisations/friche-kodak/>

## POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Vague de chaleur



Inondation

### LES BONNES PRATIQUES



En phase de conception, **PRÉVOIR** la préservation et le développement de la biodiversité (espaces naturels, espèces de faune et flore)



En phase de construction, **PROTÉGER :**

- les espaces naturels et les espèces
- la qualité des sols



En phase de déconstruction, **FAVORISER** la renaturation des sols, en favorisant par exemple la désimperméabilisation

# POUR ALLER PLUS LOIN

**ARTISAN – Un projet Life sur 8 ans pour favoriser le déploiement des «Solutions d’adaptation fondées sur la Nature» sur les territoires français**

<https://www.ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan>



## RÉFÉRENCES

- Comment calculer les coûts de l’action et de l’inaction pour le secteur immobilier ? OID (2023)
- La nature en ville : comment accélérer la dynamique ? CESE (2017)
- Planter sans se planter : 7 règles d’or pour garder nos villes au frais, ADEME (2023)
- Aménager avec la nature en ville, ADEME (2017)
- Guide descriptif Label BiodiverCity®, CIBI (2015)
- Biodiversité et chantier, LPO (2019)
- Biodiversité sur le chantier : un trésor à préserver, FFB (2020)
- Biodiversity Impulse Group, OID (2022)
- Cadre de définition, alliance HQE-GBC (2021)
- État des lieux et étude prospective sur les impacts du changement climatique pour le bâtiment à l’horizon 2050 et 2100», ADEME (2022)
- Fiche Biodiversité, Cahier technique Ecosystèmes dans les territoires, ADEME (2015)
- Guide « Réussir la planification et l’aménagement durables », ADEME (2013)
- Guide des actions adaptatives au changement climatique, OID (2021)
- Guide « Eaux et biodiversité dans les espaces commerciaux », AESN - PERIFEM (2020)
- Guide pour l’élaboration d’un site naturel de compensation, MTECT (2023)
- Guide pour la mise en œuvre de l’évitement, MTECT (2021)
- Stratégie nationale biodiversité dans les Outre-mer : <https://biodiversite.gouv.fr/la-strategie-dans-les-outre-mer>, MTECT (2023)
- La dissémination d’espèces exotiques envahissantes pendant les chantiers : prévenir plutôt que guérir, OID (2022)
- Les façades végétalisées : analyse comparative et mise au point d’un outil, Vandersmissen (2021)
- Portail de l’artificialisation des sols : <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/cartographie-artificialisation>, MTECT
- Projet de loi Climat & Résilience : les députés ont voté les articles du titre II « Produire et Travailler » : ça change quoi dans nos vies ? MTECT (2021)
- Portail d’information sur la démarche ERC : <https://www.notre-environnement.gouv.fr>, MTECT
- Thèse “The animal biodiversity of green walls in the urban environment”, Staffordshire University, Chiquet (2014)
- Transition(s) 2050, ADEME (2022)

# L'ADEME EN BREF

À l'ADEME — l'Agence de la transition écologique, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines — énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... — nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de la Transition énergétique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

## Les collections de l'ADEME



### ILS L'ONT FAIT

**L'ADEME catalyseur** : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



### EXPERTISES

**L'ADEME expert** : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



### FAITS ET CHIFFRES

**L'ADEME référent** : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



### CLÉS POUR AGIR

**L'ADEME facilitateur** : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en oeuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



### HORIZONS

**L'ADEME tournée vers l'avenir** : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



CLÉS POUR AGIR

## S'adapter au changement climatique dans le secteur du bâtiment et de la construction : un défi à relever avec les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN)

Cette brochure à destination des acteurs de la filière du bâtiment et de la construction met en lumière des Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) mobilisant tant les milieux naturels et les ressources (sols, eau) que la faune et la flore, pour combiner enjeux de l'adaptation au changement climatique et préservation de la biodiversité.

Face aux menaces croissantes en matière d'impacts du changement climatique et de l'érosion de la biodiversité, les initiatives doivent se poursuivre et se multiplier, avec l'appui des politiques publiques, pour accompagner les acteurs de la filière du bâtiment et de la construction dans leur mobilisation.

Cette brochure est accessible sur la librairie de l'ADEME : <https://librairie.ademe.fr/changement-climatique/7644-s-adapter-au-changement-climatique-dans-la-filiere-de-la-construction-un-defi-a-relever-avec-les-solutions-d-adaptation-fondees-sur-la-nature-safn.html>

Elle peut être complétée par :

- la brochure sur les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature pour la filière Agriculture
- la brochure sur les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature pour la filière Forêt
- la brochure sur les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature pour la filière Tourisme

Photo de couverture : © Sergio Grazia

012463



ademe.fr

