

RENATURER LES SOLS,

DES SOLUTIONS POUR
DES TERRITOIRES DURABLES



MARC ABADIE
Président de
CDC BIODIVERSITÉ



© Astrid di Crollanza

PIERRE DUBREUIL
Directeur général de
l'Office français de la biodiversité

Un peu plus de 20 000 ha : c'est la surface des espaces naturels, agricoles et forestiers qui a encore été consommée entre 2020 et 2021, selon les données publiées cet été par l'Observatoire de l'artificialisation. Ce phénomène – qui ne faiblit pas ces cinq dernières années – a des conséquences préjudiciables majeures pour nos territoires et nos concitoyens : accélération de la perte de biodiversité, réchauffement climatique, augmentation des risques naturels et sanitaires liés à ces dérèglements, réduction de la capacité de production agricole, amplification de la fracture territoriale et sociale, etc.

En consacrant l'objectif « zéro artificialisation nette », la loi Climat et Résilience appelle à un sursaut pour préserver le vivant qui passe en priorité par l'évitement et la réduction de l'artificialisation puis par la renaturation. Cela implique la mise en mouvement de tous les maillons de la chaîne d'aménagement, des acteurs publics comme des partenaires privés. Alors que leurs compétences, leurs expertises et leurs intérêts sont multiples, ils ont à travailler ensemble pour emprunter des trajectoires reposant à la fois sur la sobriété foncière et le retour d'une biodiversité fonctionnelle dans la fabrique de la ville.

Ces solutions plurielles – que certains ont déjà explorées avec réussite – ne se résument pas à des obligations réglementaires chiffrées qui annihileraient les capacités de développement des territoires. Elles tracent au contraire la voie vers un « urbanisme écologique⁽¹⁾ » et une façon renouvelée de penser les territoires, leur résilience et leur attractivité. L'Office français de la biodiversité et CDC Biodiversité y sont très attachés.

Pour l'Office français de la biodiversité, mobiliser les acteurs pour qu'ils protègent les sols vivants et les restaurent, c'est contribuer à rendre tangible le fait d'habiter et de produire sans détruire les écosystèmes et sans altérer les services vitaux qu'ils rendent. L'amélioration de la connaissance des impacts de l'artificialisation des sols, la recherche sur les formes urbaines ou les aménagements favorables à la biodiversité, la démonstration de solutions d'adaptation fondées sur la nature, l'animation des centres de ressources sur la Trame verte et bleue, les milieux humides ou le génie écologique, sont autant d'actions qui peuvent notamment venir en appui de la renaturation des sols.

CDC Biodiversité, avec son programme Nature 2050, finance quant à elle la réalisation de projets de renaturation. Citons notamment le projet de la friche KODAK à Servan où la ville a mis en œuvre des travaux d'aménagement qui permettent de garantir la pérennité d'une zone naturelle pour le public, ou encore la végétalisation du cimetière de Meudon qui fait l'objet d'une présentation particulière dans cette publication. Les collaborateurs et collaboratrices de CDC Biodiversité développent également des outils qui permettront de qualifier et de suivre l'artificialisation et la désartificialisation, et accompagnent au quotidien ses partenaires, acteurs privés comme publics, dans leur contribution à la mise en œuvre de l'objectif de zéro artificialisation nette (ZAN).

Consacrée à l'un des deux piliers du ZAN dans les territoires, cette publication est le résultat d'une étroite collaboration entre nos deux structures. Elle se résume en trois mots : comprendre – agir – financer. Comprendre, d'abord, car la renaturation des sols soulève des questions juridiques et techniques auxquelles nous tentons d'apporter de premiers éléments de réponse. Agir, ensuite, à l'échelle à la fois de la planification territoriale et du projet de (ré)aménagement, en s'inspirant d'outils et d'expériences inspirants que nous avons souhaité mettre en lumière. Financer, enfin, car la renaturation des sols, souvent coûteuse, cherche encore un modèle économique qui dépasse le recensement des aides publiques et privées que nous avons commencé à établir.

Nous espérons qu'elle vous aide à mieux appréhender ce que « recouvre » la renaturation des sols, tout en vous donnant quelques clés pour agir.

Très bonne lecture à toutes et à tous !

(1) D'après Philippe Clergeau, professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Sommaire

Édito	2
Sommaire	3
Tribune	5
Introduction	6
1. Comprendre la renaturation des sols	9
<hr/>	
1.1 Un concept juridiquement défini par la loi Climat et Résilience	9
1.2 Une solution à l'appui de nouveaux modes d'aménagement des territoires	15
2. Agir pour la renaturation des sols : de la stratégie territoriale au projet	17
<hr/>	
2.1 A l'échelle de la planification	17
2.2 A l'échelle des projets de renaturation des sols	26
2.3 Une première mise en perspective des coûts et bénéfices de la renaturation des sols	39
3. Financer la renaturation des sols	43
<hr/>	
3.1 Les financements publics dédiés à la renaturation des sols	43
3.2 Les financements privés de la renaturation des sols	48
3.3 Des freins financiers à la renaturation des sols	50
Conclusion	53
Bibliographie	54

LA MISSION ÉCONOMIE DE LA BIODIVERSITÉ
EST FINANCÉE PAR LA BANQUE DES TERRITOIRES

CITATION DE L'OUVRAGE : CDC BIODIVERSITÉ & OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ
(2022), RENATURER LES SOLS, DES SOLUTIONS POUR LES TERRITOIRES, CASTAING J.,
MONOD K., NOREVE V., DOSSIER DE LA MEB N°42, 60 P







STÉPHANIE DUPUY-LYON

Directrice générale en charge
de l'aménagement, du logement
et de la nature

Ministère de la Transition
écologique et de la Cohésion
des territoires

Canicules, sécheresses exceptionnelles, inondations et incendies dévastateurs, autant d'épisodes qui ont ponctué l'été 2022 et qui appellent désormais des solutions structurelles pour répondre aux défis climatiques et écologiques.

Les solutions d'adaptation fondées sur la nature apparaissent, dans ce contexte, comme un levier essentiel : que ce soit dans le cadre du projet LIFE intégré ARTISAN coordonné par l'Office français de la biodiversité ou dans le programme Nature 2050 porté par CDC Biodiversité. Ces actions, qui s'appuient sur les écosystèmes ont démontré leur efficacité.

Elles se traduisent par des actions de gestion des eaux pluviales à la source, de restauration des continuités écologiques, de réhabilitation d'espaces dégradés à forte additionnalité écologique, de limitation des îlots de chaleur grâce à la désimperméabilisation et à la végétalisation, etc. Dans les territoires précurseurs qui les ont mises en œuvre, elles permettent de concilier préservation de la biodiversité, l'atténuation et adaptation au changement climatique avec les stratégies et opérations d'aménagement. Ce faisant, elles répondent également aux attentes des usagers et facilitent l'acceptabilité des projets.

Le gouvernement souhaite donc accompagner les collectivités pour concrétiser et généraliser ces « solutions fondées sur la nature », notamment en mobilisant les mesures du « Fonds vert » (fonds d'accélération de la transition écologique dans les territoires), doté de 2Md€ par an. Ces projets contribuent en effet à l'atteinte des objectifs de neutralité carbone (trajectoire SNBC) et de sobriété foncière (trajectoire ZAN), en préservant les ressources et milieux naturels, dont les « sols vivants », en restaurant leurs fonctionnalités et en valorisant leurs aménités.

La publication conjointe de CDC Biodiversité et de l'Office Français pour la Biodiversité réaffirme l'intérêt de développer une approche systémique pour préserver et restaurer les sols, tout en apportant un premier éclairage sur les enjeux et les financements liés à leur renaturation. Ponctué d'exemples variés et inspirants, je suis sûre qu'elle permettra aux collectivités et aux entreprises de mieux en cerner les contours. Un grand merci à celles et ceux qui y ont contribué.

Introduction

Ce sont chaque année environ 20.000 hectares d'espaces naturels, agricoles et forestiers qui sont transformés en bâtiments, routes ou parkings. Deux tiers de de la consommation de ces espaces sont destinés à l'habitat : l'aspiration des Français à accéder à la propriété individuelle, la spéculation dans les territoires denses qui tend à éloigner les ménages modestes, la complexité et le coût du recyclage urbain pour les aménageurs, la plus-value liée à la cession des terrains non bâtis devenus constructibles pour le vendeur, ou un régime fiscal qui reste globalement favorable à la construction neuve en périphérie, sont autant de déterminants aujourd'hui bien documentés qui expliquent cette prédominance.

Le processus d'artificialisation dont l'intensité varie en fonction des outils de mesure utilisés⁽¹⁾ a des conséquences majeures à la fois sur l'agriculture - l'extension se faisant généralement aux dépens des surfaces agricoles - et sur la biodiversité (Guidoum, 2022). En effet, il modifie en profondeur les conditions écologiques locales, contribue à fragmenter les milieux naturels et tend à homogénéiser les communautés animales et végétales. Il en découle aussi une pollution lumineuse dont les impacts sont particulièrement négatifs pour la biodiversité.

Il altère aussi et surtout la capacité des sols à assurer des fonctions vitales comme stocker le carbone, gérer l'eau, produire de la biomasse ou accueillir une biodiversité souvent méconnue mais d'une extrême richesse.

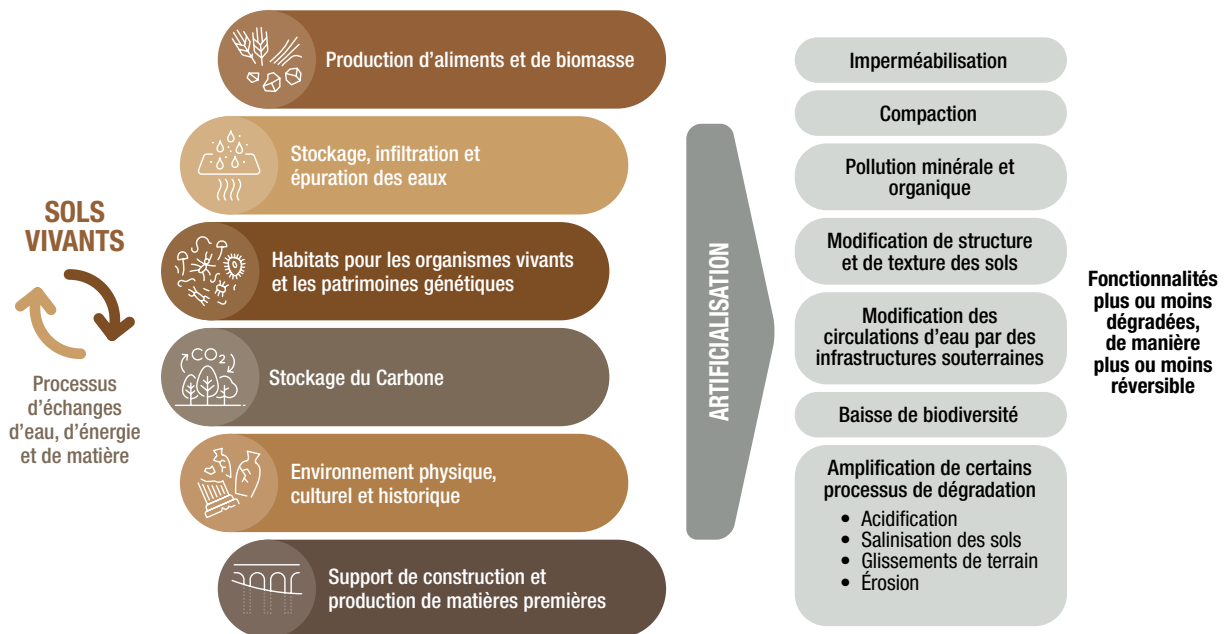


Figure 1 : Conséquences de l'artificialisation sur les fonctionnalités des sols (source : auteurs, d'après Réseau National des Aménageurs, 2020)

(1) Trois méthodes issues des "fichiers fonciers" (base de données réalisée par le Cerema à partir de données fiscales, issues de la taxe foncière), de l'outil Corine Land Cover et de l'enquête Teruti-Lucas, produisent des résultats nettement différents concernant les flux annuels d'artificialisation des sols. Le choix a été fait de retenir ici les chiffres issus des fichiers fonciers car cette méthode est aujourd'hui celle retenue par l'observatoire de l'artificialisation pour mesurer la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers.

Ces éléments de constat national qui font de l'artificialisation des sols l'une des principales causes de l'érosion de la biodiversité masquent cependant des disparités importantes (Guidoum, 2022) :

- Certains territoires continuent d'artificialiser malgré une population en diminution alors que d'autres font face à une croissance démographique et à une demande sociale forte en termes d'équipements et de services publics ;
- Certains territoires ont engagé depuis des années une politique de sobriété foncière, notamment grâce à des démarches de planification territoriale dans le cadre de Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT) ou de Plans Locaux d'Urbanisme communaux ou intercommunaux (PLU(i)), alors que d'autres ont fait de la disponibilité de leur foncier l'un des piliers de leur attractivité.

L'atteinte de l'objectif "zéro artificialisation nette" (ZAN) consolidée par la loi Climat et Résilience implique donc nécessairement une territorialisation des trajectoires de réduction de l'artificialisation (CDC Biodiversité et Humanité&Biodiversité, 2021). Les collectivités se retrouvent ainsi en première ligne pour penser à la fois des projets de territoires sobres qui évitent d'artificialiser les sols et des

stratégies de renaturation qui permettent de redonner une plus grande place à la pleine terre, à l'eau et à la biodiversité, notamment dans le fonctionnement des villes.

La Fédération nationale des SCoT a, lors de ses journées nationales en juin 2022, présenté plusieurs leviers pour repenser les modèles d'aménagement du territoire à l'aune des défis des transitions. Elle appelle notamment à promouvoir de nouveaux modèles plus sobres en foncier, plus efficaces en termes de bien-être et de cadre de vie pour les habitants, plus résilients face aux risques et au dérèglement climatique et plus accueillants pour le vivant.

Les enjeux de renaturation des sols sont invités à figurer au cœur de ces futures stratégies territoriales, sachant que la plupart des questions juridiques, techniques, économiques qu'ils soulèvent restent encore à résoudre. Cette publication de la Mission Economie de la Biodiversité de CDC Biodiversité et de l'Office français de la biodiversité a vocation à apporter quelques pistes de réponse en décrivant le cadre actuel d'intervention et en s'inspirant de pratiques déjà existantes. Elle propose également un retour d'expérience de la part d'acteurs du territoire ayant déjà mis en œuvre des actions de renaturation.

POINT DE VUE

Le Zéro Artificialisation Nette comme outil d'adaptation aux changements globaux et de reconquête de la biodiversité

Stella Gass, directrice de la Fédération Nationale des SCoT

Créée en juin 2010, la Fédération nationale des SCoT (Schémas de cohérence territoriale) réunit la grande majorité (347) des structures porteuses de SCoT afin de capitaliser leurs retours d'expériences et de participer activement aux politiques nationales en matière d'aménagement. La Fédération a publié en juin 2022 l'étude « S'engager dans de nouveaux modèles d'aménagement », qui invite à modifier les pratiques en matière de développement territorial, notamment dans un contexte de révolution d'aménagement du territoire, où les défis des transitions, le dérèglement climatique, les objectifs du ZAN et du Zéro carbone à l'horizon 2050 remettent en cause nos modèles de développement des soixante dernières années.

L'adoption d'une approche positive et non pas seulement coercitive du ZAN ainsi qu'un meilleur outillage des collectivités en matière d'ingénierie territoriale et de fiscalité sont des maillons indispensables de ce changement de modèle. La Fédération Nationale des SCoT promeut également le déploiement d'une approche transversale de l'aménagement, tenant compte de toutes les transitions à l'œuvre. Le ZAN n'est pas une fin en soi mais un outil d'adaptation au dérèglement climatique et de reconquête de la biodiversité.

Une vision intégrée et prospective sera ainsi indispensable dans la définition des zones préférentielles de renaturation au sein des SCoT. Cette exigence invite notamment à porter un nouveau regard sur les friches situées à l'écart des espaces urbains. On pourrait penser que celles-ci doivent être immédiatement renaturées car leur éloignement ne les destine a priori pas à une requalification urbaine. Cependant, le dérèglement climatique et les adaptations qu'il appelle - repli des littoraux par exemple - pourraient provoquer une mutation des choix de localisation des ménages et des entreprises. Ainsi, ce type d'espaces pourraient devenir stratégiques pour le développement urbain. La prudence invite donc à se laisser des marges de manœuvre dans le tissu artificialisé existant.

L'exemple du SCoT des Rives du Rhône illustre bien cette nécessité de transversalité dans les arbitrages qui concernent des projets de renaturation. Soumis à des risques d'inondations majeurs, le territoire a anticipé l'aggravation de ce phénomène en délocalisant des activités situées en bordure du Rhône pour laisser place à des projets de renaturation ambitieux sur les berges du fleuve.



1 Comprendre la renaturation des sols

La notion d'artificialisation des sols demeure pour beaucoup protéiforme, renvoyant tantôt à l'étalement urbain et à la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers, tantôt à la fragmentation des milieux et à l'impact de l'usage des sols sur leur qualité. Il a fallu attendre la loi Climat et Résilience d'août 2021 pour qu'une définition reposant sur l'altération durable des sols et de leurs fonctions soit donnée dans le code de l'urbanisme.

Les sols, jusqu'à présent considérés comme une opportunité foncière, sont juridiquement devenus une ressource finie méritant d'être traitée comme telle et donc d'être préservée, ou lorsque cela n'est pas possible, d'être restaurée. On parle d'ailleurs préférentiellement des sols⁽²⁾ au pluriel, tant ils sont variés dans leur structure et leur composition du fait de la nature géologique de la roche mère et des processus impliqués dans leur formation (climat, durée, agents biotiques, topographie...), puis de leur exploitation au cours du temps. En constante recombinaison, les sols sont formés de minéraux, d'animaux, de plantes, de champignons, de bactéries, d'eau, d'agrégats ; il s'agit donc d'écosystèmes aussi variés que le sont les substrats et la biodiversité qui s'y développent.

La définition de l'artificialisation des sols retenue dans la loi Climat et Résilience dépasse la vision surfacique de l'usage des terres en deux dimensions pour privilégier celle d'un milieu fonctionnel en trois dimensions. Si cette avancée pour le déploiement d'une politique de gestion durable des sols mérite d'être saluée, elle vient conférer au droit de l'urbanisme une nouvelle responsabilité en termes de protection et surtout de restauration d'un milieu à travers la notion de renaturation des sols (Desrousseaux, 2022).

1.1 Un concept juridiquement défini par la loi Climat et Résilience

L'article L101-2-1 du code de l'urbanisme caractérise la renaturation d'un sol comme une action « de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé ». Elle constitue l'une des deux variables de l'équation du "zéro artificialisation nette", sachant que les termes "désartificialisation" et "renaturation des sols" sont utilisés dans le code de l'urbanisme de façon synonymique.

Il convient de préciser que le concept de renaturation est, lui aussi, protéiforme : pour certains, il s'agit de favoriser le "retour de la nature en ville" (grâce aux toitures végétalisées par exemple), pour d'autres il désigne les processus par lesquels les espèces vivantes recolonisent spontanément, avec une intervention humaine ou non, un milieu ayant subi des perturbations écologiques, se rapprochant ainsi de la restauration écologique (reforestation, reméandrage de cours d'eau, restauration de milieux humides, ...).

Le choix a été fait dans cette publication d'appréhender la renaturation des sols telle que définie dans la loi Climat et Résilience pour la mise en œuvre de l'objectif ZAN.



Figure 2 : schéma issu du carnet hors-série de mars 2022 de l'agence d'urbanisme d'agglomérations de Moselle

(2) La définition des sols retenue par l'Association française de l'étude des sols est la suivante : « Le sol est un volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée, ou peu marquée par la pédogenèse. L'épaisseur du sol peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres, ou plus. Il constitue, localement, une partie de la couverture pédologique qui s'étend à l'ensemble de la surface de la Terre. Il comporte le plus souvent plusieurs horizons correspondant à une organisation des constituants organiques et/ou minéraux (la terre). Cette organisation est le résultat de la pédogenèse et de l'altération du matériau parental. Il est le lieu d'une intense activité biologique (racines, faune et micro-organismes). »

USAGES / COUVERTURE	BÂTI IMPERMÉABLE	REVÊTU IMPERMÉABLE	MINÉRAL ET COMPOSITE PERMÉABLE	SURFACES NATURELLES, SOLS NUS, EAU...	ARBUSTIF & ARBORÉ	HERBACÉ
Production primaire	Artificialisé	Artificialisé	Artificialisé (sauf carrières)	Non artificialisé	Non artificialisé	Non artificialisé
Résidentiel ou production secondaire tertiaire	Artificialisé	Artificialisé	Artificialisé	Non artificialisé	Non artificialisé	Artificialisé Croisement couverture / usage
Transport et logistique	Artificialisé	Artificialisé	Artificialisé	Non artificialisé	Non artificialisé	Artificialisé Croisement couverture / usage
Chantier, zones abandonnées	Artificialisé	Artificialisé	Artificialisé	Non artificialisé	Non artificialisé	Artificialisé Croisement couverture / usage
Sans usage économique	Artificialisé	Artificialisé	Artificialisé	Non artificialisé	Non artificialisé	Non artificialisé

Tableau 1 : Tableau de correspondance simplifié entre la nomenclature ZAN et celle de l'OCS GE (DGALN, P. Lory, 2022)

1.1.1 Une définition multiscaleaire

La renaturation des sols, “en miroir” de leur artificialisation, bénéficie d’une définition fonctionnelle qui s’applique à l’échelle des projets et d’une définition spécifique pour le suivi du ZAN dans les documents de planification. Cette double définition suppose d’instaurer une forme de dialogue entre l’échelle du projet et celle de la planification.

L’échelle du projet renvoie à la mise en œuvre de la séquence «Eviter-réduire-compenser” (ERC). Introduite dans la loi de protection de la nature de 1976, cette séquence a été renforcée par la loi biodiversité d’août 2016, en précisant que les mesures de compensation des atteintes à la biodiversité visent un objectif d’absence de perte nette, voire de gain de biodiversité.

La loi Climat et Résilience prévoit que les mesures de compensation soient “mises en œuvre **en priorité** au sein des zones de renaturation préférentielle identifiées par les schémas de cohérence territoriale en application du 3° de l’article L. 141-10 du code de l’urbanisme et par les orientations d’aménagement et de programmation portant sur des secteurs à renaturer en application du 4° du 1 de l’article L. 151-7 du même code, lorsque les orientations de renaturation de ces zones ou secteurs et la nature de la compensation prévue pour le projet le permettent”.

L’identification des zones préférentielles de renaturation dans les SCoT ou de secteurs à renaturer dans une orientation d’aménagement et de programmation (OAP) d’un PLU(i) reste à ce stade une faculté. Il appartient ainsi aux collectivités de se saisir de la possibilité qui leur est offerte pour tenter de faire converger la territorialisation de la séquence ERC en anticipant l’impact de futurs projets d’aménagement dans les documents d’urbanisme et celle de l’objectif “zéro artificialisation nette”. Cette articulation

doit permettre de mieux cibler les efforts individuels de compensation, et de combiner les initiatives des collectivités et les actions des aménageurs privés (Banque des territoires, 2022).

Un projet de décret, soumis à l’été 2022 à la consultation du public précise cette articulation, à défaut de fournir des critères pour aider à l’identification de ces zones ou secteurs. Comme les compensations prescrites dans le cadre de la mise en œuvre d’ERC ne seront pas toujours compatibles avec les sites et modalités de renaturation envisagées par les SCoT et PLU, il est bien prévu que cette localisation “prioritaire” ne s’applique que lorsque les orientations de renaturation et la nature de la compensation prévue pour le projet «le permettent». Il lève ainsi la difficulté d’une double priorisation, en rappelant le nécessaire respect du principe de proximité avec le site impacté.

Cette articulation pourrait, pour certains, conduire à terme à envisager de façon plus globale la compensation écologique qui pourrait aller jusqu’à remplacer en milieu urbain ou péri-urbain des espaces artificialisés par des espaces de nature aux fonctionnalités multiples alors qu’elle est aujourd’hui pratiquée, à moindre coût, essentiellement sur des espaces naturels ou agricoles plus ou moins dégradés pour restaurer des zones humides ou des milieux de vie d’espèces protégées (Constancio L., 2021).

Les obligations de résultats et d’obtention de gain écologique avant réalisation des impacts conduisent également les actions de compensation à être réalisées préférentiellement sur des milieux déjà naturels. Certaines espèces ne pourront jamais être compensées dans les milieux urbains et péri-urbains. L’élargissement de la compensation à une meilleure prise en compte de la biodiversité ordinaire pourrait permettre de palier cela.

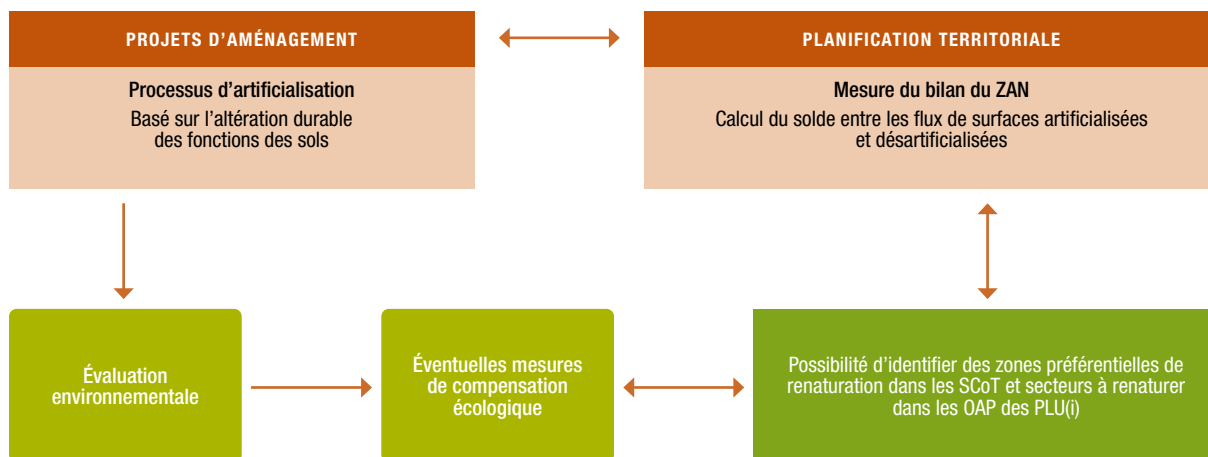


Figure 3 : L'articulation des échelles de planification et de projet (source : auteurs)

Lorsque les mesures de compensation sont mises en place dans des espaces déjà naturels, les potentialités de gain écologique peuvent être limitées. C'est en partie pour cela que, selon une étude de 2019, un certain nombre de mesures de compensation écologiques mises en place n'ont pas pu jouer pleinement leur rôle (Weissgerber *et al.*, 2019). Le recours à des opérateurs de compensations tels que CDC Biodiversité permet de s'assurer de l'atteinte minima de l'équivalence écologique lors de la mise en œuvre de la compensation (ARB Ile-de-France, 2019). Ces structures disposent d'une expertise couvrant tous les champs de la compensation, depuis la conception jusqu'au suivi travaux en passant par la maîtrise d'œuvre travaux et la gestion sur le long terme, ce qui leur permet de mieux appréhender et anticiper les risques techniques, écologiques, fonciers et financiers. Par ailleurs, ils développent et utilisent des méthodes permettant de calculer et de vérifier l'atteinte de l'équivalence écologique, voire du gain de biodiversité.

La renaturation des sols artificialisés appelle en tous cas à faire se conjuguer, dans la planification territoriale, l'objectif ZAN et celui du zéro perte, voire du gain, net(e) de biodiversité issus de la séquence ERC (Bigard, 2021).

C'est d'ailleurs à cette échelle de la planification territoriale que sont mesurées les trajectoires de réduction de l'artificialisation des sols :

- Entre 2021 et 2031, la mesure est celle de la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers issue des fichiers fonciers retraités par le CEREMA et pour laquelle l'outil SPARTE⁽³⁾ apportera certainement une aide utile,
- A partir de 2031, la mesure sera aussi celle d'un solde entre les flux de surfaces artificialisées et de surfaces désartificialisées. L'objectif ZAN est en effet la recherche

d'un équilibre entre deux flux qui, d'ici à 2050, devrait en principe se "neutraliser". Cette mesure ne se substitue pas à celle de la consommation d'espaces, naturels, agricoles et forestiers ; elle se cumule à partir de 2031.

La renaturation des sols sera intégrée dans le calcul du bilan du ZAN à partir de 2031 si elle se traduit par le passage d'une surface artificialisée à une surface non artificialisée au titre de la nomenclature ZAN.

1.1.2 La nomenclature ZAN et ses échanges de flux

Le décret n° 2022-763 du 29 avril 2022 définit une nomenclature pour établir un périmètre de ce qui sera comptabilisé dans les flux de surfaces artificialisées ou non artificialisées⁽⁴⁾.

Cette nomenclature n'est utile que pour la fixation et le suivi des objectifs de réduction de l'artificialisation des sols dans les documents de planification et d'urbanisme et ne saurait s'appliquer à l'échelle du projet.

Sa conception prend en compte les potentialités de l'outil de mesure de l'occupation des sols à grande échelle (OCS-GE), base de données vectorielle détaillant l'occupation du territoire selon deux dimensions emboîtées : la couverture du sol (14 postes) et l'usage du sol (17 postes). L'objectif est en effet de pouvoir s'assurer que la mesure du bilan du ZAN pourra être réalisée partout et à une fréquence régulière. Or, cette base de données sera déployée sur tout le territoire

(3) Adossé à l'Observatoire National de l'Artificialisation, SPARTE est l'outil qui fait le lien entre la réglementation et les projets d'aménagement des collectivités en favorisant la mise en œuvre du "Zéro Artificialisation Nette" : <https://sparte.beta.gouv.fr/>

(4) Un recours contentieux a été déposé par l'association des maires de France en juin dernier contre ce décret.

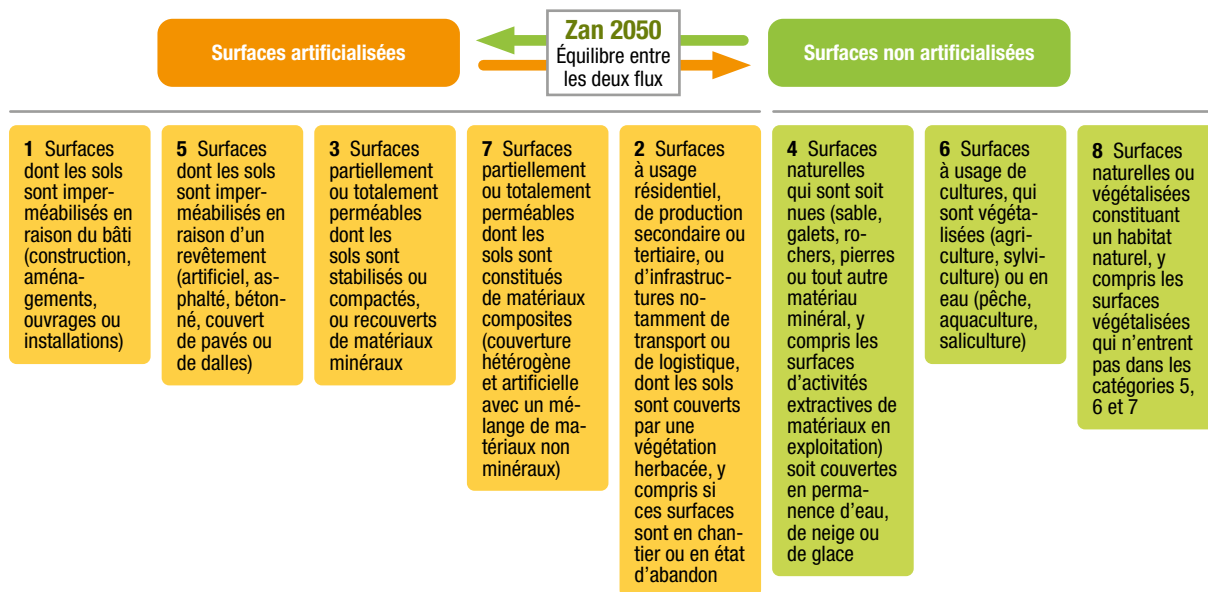


Figure 4 : Nomenclature de l'artificialisation et atteinte de l'objectif ZAN (source : auteurs d'après le décret n°2022-763 du 29 avril 2022)

national à partir de 2024 et, grâce à des mises à jour successives, permettra de quantifier et de qualifier avec précision les évolutions des espaces.

SI l'OCS GE constitue une réelle avancée par rapport aux outils actuels de mesure de l'occupation des sols, il ne s'agit pas d'un outil de mesure de la qualité des sols. Alors que certains auraient souhaité que cette nomenclature s'appuie sur des catégories qui distinguent l'intensité des atteintes aux fonctions des sols, elle reprend plutôt une vision binaire à l'instar de la mesure de la consommation des espaces naturels agricoles et forestiers (Padilla *et al.*, 2022).

Il aurait sans doute été possible d'associer un coefficient de pondération à chaque catégorie pour calculer le solde net, afin de valoriser les espaces remplissant de nombreuses fonctions écologiques (par exemple 0 pour les surfaces naturelles / 0,5 pour les espaces en pleine terre et végétalisés en ville / 0,8 pour les espaces perméables mais non végétalisés / 1 pour les surfaces imperméabilisées). Ces coefficients auraient pu être fixés en consultant les acteurs compétents et auraient pu permettre ensuite de fixer pour les tranches de réduction (post-2030) des objectifs de maintien d'espaces à coefficient bas. Mais le choix a été fait de ne pas complexifier davantage cette nomenclature comportant déjà **8 catégories**.

Les **catégories 1 à 4** (trois premières colonnes en rouge) recouvrent des surfaces imperméabilisées ou minérales sur lesquelles se dégage a priori un consensus sur le fait de les considérer comme des surfaces artificialisées.

Le fait de ne pas avoir classé les **activités extractives de matériaux en exploitation** dans ces catégories mais dans les surfaces naturelles paraît en revanche problématique. Ces activités conduisent à la destruction des sols, en supprimant notamment la couche superficielle contenant les matières organiques et des organismes vivants. Elles causent des incidences notables très fortes sur les fonctions écologiques des sols sur des périodes très longues, de l'ordre de plusieurs dizaines d'années jusqu'à une centaine pour des exploitations dont l'autorisation est régulièrement renouvelée (Padilla *et al.*, 2022). Il aurait été possible de considérer que, lors de la création d'une carrière, les sols détruits correspondent à un flux d'artificialisation, alors qu'en fin d'exploitation, la réhabilitation écologique d'une carrière ou lors de la cessation d'activité d'une gravière laissée en eau, est assimilée à une renaturation. Mais ce n'est pas cette option qui a été privilégiée.

La **catégorie 6** intègre les sols naturels nus ou en eau parmi les surfaces non artificialisées, tout comme la **catégorie 7** qui inclut toutes les surfaces végétalisées à usage



Figure 5 : Exclusion des équipements sportifs des surfaces non artificialisées (source : Extrait BD OCS GE (Lory, DGALN, 2022))

agricole, et ce quel que soit le mode de culture même dans les cas où ce dernier a pour effet d'altérer tout ou partie des fonctions biologiques ou hydriques du sol (Bouteille, 2022). La considération du service rendu par le potentiel agronomique l'emporte donc de façon absolue, y compris pour des potagers de maisons individuelles ou des jardins partagés.

L'analyse croisée des **catégories 5 et 8** conduit à considérer que les espaces ni construits ni revêtus mais végétalisés sont classés comme artificialisés si ce sont des pelouses, non artificialisés s'ils sont plantés d'arbres ou d'arbustes. Bien entendu, la frontière entre un espace « herbacé » ou « non ligneux » et un espace « boisé ou arbustif » n'est en pratique pas aussi hermétique. Mais cette distinction est importante pour deux raisons principales.

- Elle permet d'une part d'exclure des surfaces non artificialisées des équipements sportifs, industriels ou de loisirs qui apparaissent dans l'OCS GE comme des formations herbacées ou non ligneuses à usage logistique, tertiaire, etc. Si l'ensemble d'un terrain de foot, d'un golf, d'un parking végétalisé ou des délaissés routiers avait été considéré comme une surface non artificialisée, cela aurait été contraire à l'article 192 de la loi Climat et Résilience qui définit précisément comme "b) non artificialisée une surface soit naturelle, nue ou couverte d'eau, soit végétalisée, **constituant un habitat naturel ou utilisée à usage de cultures**".
- Elle permet, d'autre part, d'intégrer, dans la catégorie 8 des surfaces non artificialisées, des espaces présumés de "pleine terre". Cette notion utilisée en urbanisme a été approfondie dans le cadre du programme MUSE (cf. 2.2) : il s'agit "d'un sol urbain en capacité d'exercer tout ou partie des fonctions associées à un sol naturel ; il n'a pas forcément

d'équivalent en milieu naturel" (Branchu et al, 2022). Un certain nombre de fonctions assurées par les sols (stockage de carbone, réservoir de biodiversité, stockage de l'eau) dépendent directement de leur épaisseur. A défaut de bases de données locales sur les sols, celle-ci peut notamment se déduire du couvert végétal car, en fonction de chaque type de végétation, les besoins en profondeur de sol ne sont pas les mêmes : jusqu'à 20 cm pour les surfaces herbacées ou non ligneuses, 80 cm pour les surfaces arbustives et 1m20 pour les surfaces arborées (Vigneron, 2022). Quels que soient leurs usages, les surfaces arbustives et arborées ont donc été considérées comme non artificialisées au titre des fonctions susceptibles d'être assurées par les sols ainsi couverts.

En outre, il convient de préciser que l'occupation effective sera mesurée à l'échelle de polygones dont la surface est définie en fonction de seuils de référence précisés par arrêté du ministre chargé de l'urbanisme selon les standards du Conseil national de l'information géographique. La précision de ces seuils revêt une importance capitale, notamment pour identifier les surfaces végétalisées qui rentreront soit dans la catégorie 5 soit dans la catégorie 8, en fonction de l'importance de leur couvert arbustif et arboré.

Des expérimentations sont en cours dans certains territoires, notamment parmi les lauréats de l'appel à manifestation d'intérêt "Territoires Zéro artificialisation nette" de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), pour tester la robustesse des choix opérés dans cette nomenclature et réaliser des comparaisons avec les données issues de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers.

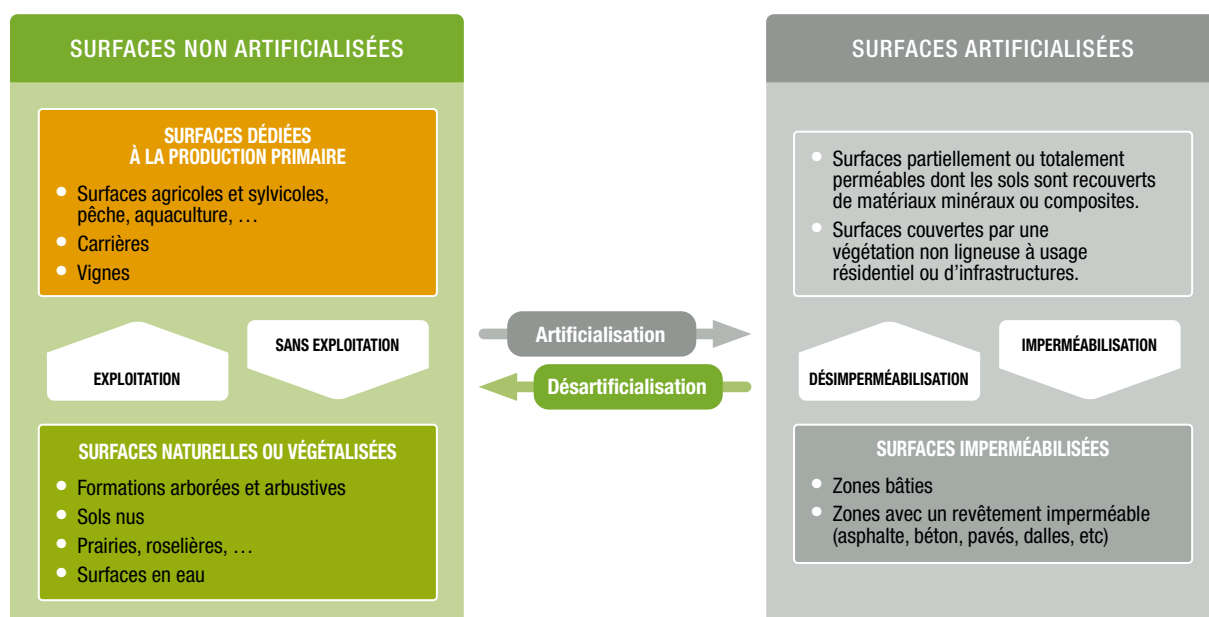


Figure 6 : Représentation visuelle des flux possibles selon les notions figurant dans la nomenclature ZAN (auteurs, d'après V. Bouteille et al., 2020)



© colombo riccardo

1.2 Une solution à l'appui de nouveaux modes d'aménagement des territoires

Depuis 40 ans, les systèmes urbains sont conçus avec l'idée que l'eau est un ennemi de l'aménagement, le végétal un accessoire et le sol un support. Or, pour Jean-Marc Bouillon⁽⁵⁾, *"un changement de modèle est en cours. Il mêle eau et végétal, intelligence artificielle et intelligence naturelle, public et privé, au sein duquel la nature devient infrastructure et la biodiversité fonctionnelle"*.

La renaturation des sols, composante de l'objectif ZAN, est accélératrice de ce changement. En effet, pour que les villes deviennent plus résilientes, le rapport au sol doit être profondément rénové, tout comme celui de la nature en ville souvent réduite à la végétalisation, voire à la « verdure ». La renaturation des sols appelle de nouveaux modes d'aménagement qui donnent plus de place à l'eau, à la pleine terre et à la biodiversité pour en faire des moteurs des stratégies d'adaptation climatique des territoires.

La nomenclature ZAN s'inscrit dans cette perspective à trois égards (Bouillon, 2022).

- La **préservation des espaces naturels, agricoles et forestiers** reste une priorité, quelle que soit la qualité de leurs sols, réaffirmant la nécessité de lutter contre l'étalement urbain.
- La **densification des zones déjà urbanisées** est privilégiée et juridiquement facilitée : en considérant comme artificialisées les surfaces herbacées (autres qu'agricoles ou sans usage économique), la construction sur ces espaces ne pèsera pas négativement sur le bilan du ZAN. Il favorisera par exemple les opérations de type BIMBY "build in my back yard" qui constituent une nouvelle filière de production de la ville, en s'appuyant sur les quartiers pavillonnaires déjà existants (Le Foll et Miet, 2013).
- Le classement des surfaces végétalisées arbustives et arborées dans la catégorie des surfaces non artificialisées influe nécessairement sur les contours des opérations de renaturation qui ne pourront être comptabilisées comme telles dans le bilan du ZAN à partir de 2031 que si elles reposent sur un **processus de stratification végétale**⁽⁶⁾. Il ne s'agit donc pas seulement de « verdier » les villes mais tendre vers une stratification végétale qui va générer plus de relations entre les espèces. Une diversité d'espèces qui interagissent est bien plus résistante aux aléas climatiques

et beaucoup plus stable dans le temps. C'est bien le retour de cette biodiversité fonctionnelle en ville, via des stratégies de renaturation adaptées, qui est à promouvoir (Barra, 2020).

Il convient ici de préciser que les sols urbains non artificialisés fournissent un refuge à la biodiversité en ville alors que leurs caractéristiques physico-chimiques (contamination, valeurs extrêmes de pH ou compaction, etc) sont a priori peu "hospitalières" (Joimel *et al*, 2021). Cela conforte le fait que le maintien ou la restauration de sols non artificialisés en zones urbaines et périurbaines et leur connexion par des corridors écologiques sont un préalable au développement d'une biodiversité fonctionnelle. L'Office français de la biodiversité soutient à cet égard un projet mené par le Cerema et l'Université de Lorraine "biodiversité fonctionnelle et succession de l'usage des sols, de l'échelle du site à la ville " dont les résultats seront publiés en 2023.

En parallèle, des universités, collectivités et bureaux d'études réfléchissent à décliner la politique "Trame verte et bleue" pour la continuité écologique des sols à travers la **trame brune**⁽⁷⁾. La démarche de Limoges Métropole financée pour partie par l'Office français de la biodiversité est assez inédite puisqu'elle envisage de créer, en complément de ses trames verte et bleue (continuité écologique terrestre et aquatique) et de sa trame noire (réseau écologique propice à la vie nocturne), une trame brune à l'échelle intercommunale.

Grâce à des ateliers d'animation le long de parcours trame verte, bleue et brune dans la métropole du Grand Nancy, le projet "TrameBioSol", animé par l'association FLORE 54 en collaboration avec le bureau d'études Sol&Co, sensibilise le public sur la connaissance et la protection des sols et de leur biodiversité.

Un autre projet est également en cours dans le cadre du programme de recherches "Biodiversité, aménagement urbain et morphologie" : porté par le bureau d'études Sol Paysage, l'Université de Rennes et l'agence Lambert Lénack, il étudie l'intégration de la trame brune dans certains programmes d'aménagement urbain.

Ces travaux participent d'une réflexion plus large sur la renaturation des sols dont le déploiement promet encore de riches développements scientifiques et techniques, notamment sur la "délicate rencontre" entre densification et renaturation des sols. Si la nature en ville permet d'améliorer l'acceptabilité de la densification, cette dernière risque parfois d'entraîner une potentielle diminution de la surface des espaces de pleine terre en milieu urbain (CDC Biodiversité, 2021).

Penser la densification et la renaturation des sols, dans le cadre des démarches de planification, devrait permettre de faire converger ces objectifs.

(5) Conférence de Jean-Marc Bouillon organisée en 2020 par l'organisation "For urban passion". Paysagiste concepteur, il œuvre au sein de son cabinet Takahé Conseil. Il est Président d'honneur de la Fédération Française du Paysage et Président du fonds de dotation Intelligence Nature.

(6) La stratification végétale correspond à la création de volumes vertical (étagement de la végétation) et horizontal (création de lisières et de clairières), tout en permettant de varier les classes d'âge. Elle permet de travailler sur une palette végétale variée, induisant un étalement de la floraison et de la fructification (guide technique "biodiversité et paysage urbain", CAUE Isère et LPO, 2017).

(7) Le groupe de travail Sols et génie écologique de l'UPGE a proposé en 2021 une note de cadrage sur la définition de la Trame brune, s'inspirant des travaux de Daniel Cluzeau de l'Université de Rennes, UMR CNRS EcoBio. Quelques années auparavant, l'Association française de l'étude des sols organisait, en lien avec l'INRAe et Plante&Cité, une journée technique : "Qualité biologique des sols urbains – De la boîte noire à la trame brune".



2 Agir pour la renaturation des sols : de la stratégie territoriale au projet

2.1 A l'échelle de la planification

2.1.1 Penser la renaturation des sols après l'évitement et la réduction de leur artificialisation

La planification revêt une importance majeure dans la mise en œuvre de l'objectif ZAN puisqu'elle régit la destination des sols. Dans son instruction du 29 juillet 2019 relative à l'engagement de l'État en faveur d'une gestion économe de l'espace, le Gouvernement préconise aux services de l'État de s'inspirer de la séquence « *Eviter-Réduire-Compenser* » dans la définition des objectifs de sobriété foncière.

Le ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires indique à cet égard que « *la façon la plus évidente d'éviter la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers est de diminuer les constructions en surface de plancher [...] Lorsque ces mesures d'évitement sont impossibles, l'impact d'une construction artificialisante peut être réduit en*

améliorant sa densité bâtie. En dernier recours, des mesures de renaturation ou de restauration d'espaces naturels peuvent être engagées pour compenser les dégradations environnementales résiduelles d'une opération » (CGDD, 2019).

L'évitement puis la réduction de l'artificialisation sont donc prioritaires. Afin de les mettre en œuvre, les collectivités doivent accélérer le renouvellement urbain sur leur territoire. Elles peuvent réaliser diverses actions de densification du tissu urbain : comblement des dents creuses, rénovation urbaine, résorption de la vacance, élévation des bâtiments, division parcellaire, réhabilitation de friches, etc (CDC Biodiversité, 2021).

La priorité est de densifier les espaces pouvant encore l'être au sein du tissu urbain déjà constitué. Les secteurs optimisables, voire inoccupés, sont toutefois également "convoités" pour réaliser des projets de désartificialisation des sols.

Pour compenser l'artificialisation résiduelle de certains secteurs, les friches sont par exemple susceptibles d'être désartificialisées car elles n'ont souvent plus de vocation urbaine et représentent une importance écologique majeure en termes de biodiversité et de connectivité qu'il convient de préserver. Cependant, il peut s'avérer prudent de conserver ces gisements fonciers en prévision de futurs besoins de développement urbain.

POINT DE VUE

La séquence Éviter - Réduire - Compenser

Ce principe, inscrit dans le code de l'environnement depuis 1976, « *a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement d'un projet, de réduire celles qui ne peuvent être évitées et, de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni réduits* ». Cette démarche s'applique notamment aux projets, plans et programmes soumis à évaluation environnementale.

L'ordre de la séquence « *Eviter-Réduire-Compenser* » traduit une hiérarchie : l'évitement est prioritaire car c'est la seule action qui permet la non-dégradation de la qualité environnementale des espaces. « *Les deux autres phases de la séquence amènent une dégradation de la cible visée : particulièrement la troisième phase, la compensation, qui intervient si la cible visée est impactée de manière significative après évitement et réduction et qui nécessite donc de générer une contrepartie positive* » (CGDD, 2021).

La compensation, qui correspond pour le ZAN à la désartificialisation des sols, ne doit donc intervenir qu'en dernier recours, une fois que les solutions d'évitement et de réduction ont toutes été épuisées. Les sols constituent comme l'eau, l'air et la biodiversité, une ressource naturelle limitée : le processus de pédogénèse est très lent. Il faut pour un sol moyennement profond (1m à 1m50) environ 10 000 à 100 000 ans pour le former. Il y a donc un enjeu fort à préserver d'abord ces sols, leur renaturation ne devant être envisagée qu'en dernière intention.

Sur les plans écologique et économique, des arbitrages seront donc à prendre par les collectivités entre renaturer des espaces dégradés de façon temporaire comme le fait l'établissement public foncier des Hauts-de-France, les conserver en l'état afin de les utiliser pour de futurs projets d'aménagement, les renaturer de façon définitive pour créer des espaces accueillants pour la biodiversité et les habitants.

Pour ce faire, la réalisation d'un diagnostic foncier peut être utile car il permet d'appliquer au mieux la séquence « Éviter – Réduire – Désartificialiser », tout en ciblant les zones d'intérêt écologique (renforcement des trames écologiques, amélioration des fonctionnalités des sols vivants et des services écosystémiques fournis).

A l'heure actuelle, seuls les anciens sites industriels pollués font l'objet d'un recensement centralisé à l'échelle du territoire national : il s'agit des inventaires des sites et sols pollués (BASOL) et des anciennes activités industrielles (BASIAS). Il est donc essentiel que des diagnostics fonciers, permettant d'identifier à la fois les potentiels de renaturation des sols et de densification, soient réalisés à l'échelle locale avec l'appui des observatoires de l'habitat et du foncier institués par la loi Climat et Résilience et d'autres partenaires comme les agences d'urbanisme.

Selon le directeur de l'AGAPE, agence d'urbanisme et de développement durable de Lorraine Nord, « ce sera très certainement grâce à cette articulation entre connaissance écologique du territoire (Trame Verte et Bleue) et stratégies foncières que les collectivités de la Lorraine Nord pourront s'inscrire dans le ZAN, mais aussi d'une manière plus globale dans les transitions⁽⁸⁾ ».

2.1.2 Concevoir une stratégie territoriale de renaturation des sols

La désartificialisation ne doit pas avoir pour seul objectif d'équilibrer le solde entre les surfaces artificialisées et non artificialisées. Elle doit également répondre de manière cohérente aux enjeux propres d'un territoire. Les collectivités qui cherchent à dépasser la logique comptable du ZAN sont confrontées à un choix complexe pour déterminer les zones qui doivent être renaturées en priorité. Plusieurs critères peuvent les éclairer dans leur décision.

Cette classification fait écho aux travaux menés par l'INRAE en 2020 sur la pertinence écologique des sites naturels de compensation qui montrent que le potentiel de gain écologique d'un site dépend de plusieurs types de critères : des critères écologiques intrinsèques (état actuel, pressions et trajectoire écologique), de l'environnement immédiat du site (état actuel, pressions et perspectives d'évolution), et de la stratégie territoriale qui sera déployée pour atteindre un objectif de gain écologique (Aubry *et al.*, 2020)

Cette proposition de classification a été élaborée dans une logique pédagogique et mérite sous certains aspects d'être nuancée. Il est en effet primordial de prendre de la distance avec la dichotomie espace urbain / espace naturel, agricole et forestier, induite par la mesure de l'objectif ZAN. Les collectivités ne sont pas nécessairement confrontées à un choix binaire entre désartificialisation d'un côté et développement urbain de l'autre : ces deux processus ne sont pas exclusifs l'un de l'autre et les enjeux croissants en matière de nature en ville et de résilience face au changement climatique nous invitent plus que jamais à les combiner.

CRITÈRES	FACTEURS FAVORABLES À LA DÉSARTIFICIALISATION	FACTEURS FAVORABLES À L'AMÉNAGEMENT URBAIN
État initial du terrain	<ul style="list-style-type: none"> Fort potentiel de désartificialisation relativement au coût financier et technique nécessaire Développement d'une végétation spontanée d'intérêt écologique à préserver ou d'un habitat naturel Possibilité de réutiliser sur site des terres qui ont été excavées à proximité pour des projets générant de l'artificialisation 	<ul style="list-style-type: none"> Faible potentiel de désartificialisation relativement au coût financier et technique nécessaire Présence d'infrastructures et de bâtiments patrimoniaux Présence d'infrastructures et de bâtiments facilement réutilisables Nécessité de procéder à des expropriations complexes et coûteuses pour désartificialiser
Enjeux territoriaux locaux	<ul style="list-style-type: none"> Insertion dans des continuités écologiques (terrestres ou aquatiques), paysagères ou des espaces naturels à forts enjeux Possibilité de mutualiser plusieurs projets de désartificialisation Possibilité de mutualiser la désartificialisation avec des démarches de compensation Proximité avec des îlots de chaleur urbains Proximité avec une zone urbaine soumise à des risques naturels importants Proximité avec une zone urbaine carencée en espaces verts Agriculture urbaine et alimentation locale Gestion des eaux pluviales à la source 	<ul style="list-style-type: none"> Faible intérêt écologique de cet espace au sein de la Trame verte et bleue du territoire Espace idéalement situé pour répondre à des besoins locaux impérieux (logements, services, développement d'économique, infrastructures) Espace dont la position laisse présager des dynamiques urbaines importantes dans le futur

Tableau 2 : Critères permettant de décider de la vocation d'une surface potentiellement renaturable (liste non exhaustive)(source : auteurs, d'après Cerema 2022)

(8) Mémo AGAPE, "La renaturation et la désartificialisation des sols", juillet 2022

De l'intérêt de la renaturation temporaire

Guillaume Lemoine – EPF Hauts de France

L'Etablissement Public Foncier (EPF) Hauts-de-France est un opérateur du renouvellement urbain, dont la mission principale est de réaliser des acquisitions foncières et de procéder à la déconstruction voire au traitement des sources de pollution concentrées d'anciens espaces bâtis. Il réalise également des actions de renaturation sur les terrains acquis (terrils, carrières, zones humides, bras de contournement de rivière, ...) et est d'ailleurs le premier contributeur au reboisement sur le territoire du Nord et du Pas-de-Calais. L'EPF Hauts-de-France achète en moyenne une cinquantaine d'hectares par an, qui sont progressivement revendus aux collectivités ou à leurs partenaires après travaux et temps de portage.

Les friches sont très présentes en France et en Europe, et notamment dans les anciens territoires industriels comme l'ancienne région Nord – Pas-de-Calais ou le Vimeu (Somme). Ces friches sont d'intéressantes réserves foncières, qui peuvent être mobilisées pour des opérations de renouvellement urbain. En effet, mobiliser ces friches permet d'éviter la consommation d'espaces naturels, agricoles ou forestiers et l'étalement urbain tout en supprimant des espaces parfois dangereux et pollués. Il s'agit ainsi de réaliser des opérations de recyclage foncier au service de l'objectif *Zéro Artificialisation Nette*. Leur désartificialisation sans reconstruction peut servir également à équilibrer un compte foncier et compenser l'artificialisation marginale de certains territoires.

Une fois déconstruits, et avant la mise en œuvre d'un nouveau projet d'aménagement, les espaces libérés peuvent rester plusieurs années sans affectation spécifique et peuvent être colonisés par des végétations non souhaitées (invasives, rudérales, allergènes, ligneuses) pouvant entraîner de forts coûts de gestion.

L'EPF Hauts-de-France a ainsi développé une expertise en renaturation temporaire des friches. Il réalise des travaux de génie écologique et de végétalisation sur ces sites, qui conservent toutefois leur vocation d'aménagement.

Ces actions de renaturation temporaire présentent plusieurs intérêts :

- Maîtrise de la biodiversité retrouvée :
 - Créer des zones attractives pour les pollinisateurs et de façon générale pour les invertébrés
 - Éviter les boisements spontanés non maîtrisés qui nécessiteraient de mettre en place des actions de défrichage par la suite.
 - Éviter l'installation d'espèces susceptibles de causer des allergies aux riverains.
 - Éviter l'installation d'Espèces Exotiques Envahissantes.
- Amélioration des fonctions des sols, voire phytoremédiation pour les pollutions organiques diffuses
- Amélioration de l'esthétisme de ces zones, du cadre de vie des riverains et de l'attractivité du quartier pour les investisseurs
- Stockage de carbone dans les sols
- Maîtrise des usages :
 - En renaturant les sites après travaux de déconstruction, on évite l'émergence d'activités illicites susceptibles de se développer dans des friches laissées à l'abandon.
 - Mise en place de nouveaux usages transitoires des lieux : jardins partagés, production de biomasse, tiers-lieu provisoire, jardin public, etc. Cela permet de redonner de la valeur sociale, paysagère, économique ou écologique à ces sites.
- Diminution des coûts de gestion
- Limitation de l'envol des poussières et des flots de chaleur urbains.

Au bout de quelques années, le site ayant conservé sa vocation urbaine pourra être réaménagé. Pendant le temps de végétalisation de la friche, la biodiversité dite « ordinaire » s'est maintenue et a pu se disperser. Cette biodiversité est susceptible de coloniser d'autres milieux à proximité, dont par exemple d'autres espaces renaturés temporairement ou ailleurs dans la matrice urbaine si les gestionnaires ont également modifié leurs pratiques d'entretien (gestion différenciée des parcs urbains, délaissés et accotements routiers).

L'aménagement et la réaffectation de l'espace doivent pouvoir se faire sans forts impacts écologiques sur la biodiversité qu'elle abritait. Le territoire doit donc offrir à proximité d'autres espaces similaires. Il s'agit ici de considérer ces prairies fleuries sur d'anciennes friches comme des éléments dynamique de l'écosystème urbain, temporaires et susceptibles de se déplacer régulièrement dans la matrice urbaine au fur et à mesure des opérations de recyclage foncier. On peut comparer ces milieux particuliers à des clairières issues de chablis dans les forêts primaires qui se déplacent au gré de la chute d'arbres pluri-centenaires et qui disparaissent lorsque la forêt se réinstalle.

Dans certains cas, la renaturation temporaire peut devenir définitive, et un site qui devait initialement faire l'objet d'une urbanisation peut finir par rester un site naturel pour la collectivité et même, dans certains cas, être intégré au réseau des Espaces Naturels Sensibles ou des terrains préservés par les Conservatoires régionaux d'espaces naturels.

2.1.3 Outiller la mise en œuvre d'une stratégie territoriale de renaturation des sols

→ LES OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION

Pour guider les choix de localisation et de priorisation des projets de désartificialisation, les élus devront disposer d'un panel complet d'indicateurs relatifs à l'état initial du terrain et à son inscription dans les enjeux territoriaux locaux. Le tableau ci-après dresse une liste non exhaustive des outils mobilisables.

Ces outils sont multiples et la difficulté réside dans leur combinaison. Pour bon nombre de collectivités, l'enjeu principal est d'obtenir un outil transversal et facilement appropriable qui permette d'agréger toutes les informations nécessaires à la prise de décision et à la définition de priorités en termes de renaturation des sols.

La Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports d'Ile-de-France a fait appel au Cerema pour définir une méthodologie permettant de hiérarchiser les espaces à renaturer en priorité. Ainsi, des études sur le potentiel de renaturation de l'unité urbaine parisienne et de l'établissement public territorial Vallée Sud Grand Paris (92) ont été réalisées. La méthode proposée permet de croiser trois volets :

- **La qualité des sols**, qui est définie comme la capacité du sol à remplir tout ou partie des fonctions écologiques exercées par un sol naturel. Les sols présentant une faible capacité à remplir des fonctions écologiques pourront être renaturés en priorité car leur potentiel d'amélioration est important.
- **Les enjeux urbains** et notamment les problématiques d'inondations, d'îlots de chaleur urbains ou de zones carencées en espaces verts.
- **La mutabilité des espaces**, qui est évaluée en fonction du zonage du PLU ou du nombre et du type de propriétaires présents sur le terrain.

L'analyse croisée de ces différents éléments aboutit à une cartographie des espaces à enjeux. Ce travail doit par la suite être complété par des investigations plus fines sur ces espaces présentant un potentiel de désartificialisation im-

portant. Pour avoir des éléments sur le coût et les difficultés techniques de la désartificialisation, la réalisation d'un diagnostic complet du sol sera le plus souvent essentiel.

Dans le cadre du **programme "REGREEN"**⁽⁹⁾, l'Agence régionale de la biodiversité en Ile-de-France propose aussi une méthode pour identifier les zones urbaines à fort potentiel de renaturation à partir du Mode d'Occupation du Sol (MOS) de l'Institut Paris Région. Chaque enjeu est défini à l'aide de plusieurs critères, eux-mêmes traduits sous forme de scores :

- Reconquête de la biodiversité (présence et surface des espaces verts / qualité de la matrice / habitats rares)
- Adaptation au changement climatique (inondations par crues / ruissellement / îlot de chaleur urbain)
- Santé et cadre de vie (carence en espaces verts / pollution de l'air / nuisances sonores / îlot de chaleur urbain).

Par ailleurs, les **stratégies territoriales en faveur de la désimpermeabilisation** comme celles du SCoT de l'Agglomération Messine, du SCoT du Grand Narbonne, de la Métropole d'Aix-Marseille-Provence ou de la Communauté d'agglomération de Blois, peuvent constituer des bases utilement mobilisables pour définir une stratégie territoriale plus complète de renaturation des sols. L'avantage de se concentrer sur la désimpermeabilisation réside dans le fait qu'il existe un grand nombre de sites potentiels, et que leur renaturation permettra toujours un gain fort, du point de vue social comme environnemental.

Néanmoins, au vu des enjeux actuels, il paraît nécessaire de s'intéresser également à la renaturation d'espaces artificialisés qui ne sont pas nécessairement imperméabilisés comme les espaces verts, les friches, les bassins de rétention, etc, afin d'améliorer les services écosystémiques associés (Barra, 2021). Cela va dans le sens des critères précédemment cités croisant les enjeux liés aux continuités écologiques, à la gestion durable des eaux pluviales et aux solutions d'adaptation fondées sur la nature et d'une vision beaucoup plus systémique de la nature en ville.

Finalement, la conception et la mise en œuvre de stratégies de renaturation des sols appellent à modifier les objectifs, voire la vision, d'un projet de territoire, en considérant que le non-bâti devient aussi important que le bâti et en transformant les "espaces non bâtis et les continuités écologiques en épicerie des transitions" (Fédération nationale des SCoT, 2022).

(9) Le projet européen REGREEN vise à favoriser des solutions fondées sur la nature pour la transition écologique des villes en Europe et en Chine. L'ARB Ile-de-France fait partie des 19 partenaires européens qui participent à ce projet.

FACTEURS	OUTILS	EXEMPLES / RÉFÉRENCES
Potentiel de désartificialisation, coût financier et technique du projet	Diagnostic de pollution des sols	Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués Développée par le Ministère de la Transition Ecologique, cette méthodologie concerne tous les sites présentant potentiellement des problématiques de pollution de leurs sols ou de leurs eaux souterraines. Elle propose des outils de gestion des sites et sols pollués pour l'aide à la décision.
	Potentiel de gain écologique	Appréciation du potentiel de gain écologique La loi a confié à l'OFB l'élaboration d'un inventaire national des sites à fort potentiel de gain écologique. Dans ce cadre, des travaux sont menés pour caractériser la probabilité de gain écologique d'un site sur la base de critères qui peuvent être utiles pour accompagner le lancement d'une opération de désartificialisation. La publication de ces travaux est prévue pour la fin d'année 2022.
	Etude de faisabilité de déconstruction	Etude de faisabilité et étude des coûts de déconstruction partielle des superstructures de Chinon (37) À la suite des opérations de démantèlement et d'assainissement réalisées sur les superstructures de Chinon A3, EDF a missionné Ginger DELEO pour la réalisation de cette étude.
	Diagnostic du sol	Diagnostic de la multifonctionnalité des sols au sein de l'unité urbaine parisienne (Cerema) La DRIEA a sollicité l'aide du Cerema pour identifier, quantifier et hiérarchiser sur le territoire les espaces à renaturer. La méthodologie d'évaluation de la qualité des sols se base principale sur l'analyse de l'épaisseur du sol. Dans le cadre de l'Expérimentation "Objectif ZAN" de l'ADEME, la commune de Ris-Orangis (91) est accompagnée par le bureau d'étude Sol Paysage afin de réaliser une cartographie des sols de son territoire
Développement d'une végétation spontanée d'intérêt écologique à préserver ou d'un habitat naturel	Inventaire naturaliste	Programme Florilèges (Plante & Cité) Ce programme a pour but de produire un indicateur de qualité écologique des prairies urbaines. Le programme Florilèges a été réalisé en 2012 sur plusieurs prairies urbaines de la commune de Vauréal.
Possibilité de réutiliser de terres excavées situées à proximité	Plateforme de gestion des terres excavées	TERRASS TERRASS est un outil de gestion des terres excavées développé par le BRGM. Il permet notamment de mettre en relation les producteurs et receveurs de terres excavées.
Nécessité de procéder à des expropriations complexes et coûteuses pour désartificialiser	Diagnostic foncier	Programme PSDR- PopFonGo Ce programme s'appuie sur une exploitation des données cadastrales afin de caractériser la propriété foncière sur un territoire donné.
Insertion dans des continuités écologiques	Cartographie des continuités écologiques	Simoïko Développé par Terroïko, Simoïko est un simulateur qui permet de reproduire le déplacement des espèces sur un territoire et ainsi d'identifier les continuités écologiques.
Proximité avec des îlots de chaleur urbains	Cartographie îlots de chaleur urbains	Cartographie des îlots de chaleur urbains (Troyes) Cette étude réalisée par Kermap pour la ville de Troyes a permis d'identifier les îlots de chaleur urbains et de comprendre leur origine.
Proximité avec une zone urbaine soumise à des risques naturels importants	Plans de prévention des risques (PPR) et notamment PPR Inondation	Les PPR sont établis par le préfet et mis à disposition des communes et intercommunalités.
Proximité avec une zone urbaine carencée en espaces verts	Carte de desserte en espaces verts	Carte de desserte en espaces verts (IAU) L'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme Ile-de-France a réalisé une étude afin d'identifier les zones les plus carencées en espaces verts au sein de l'agglomération parisienne.

Tableau 3 : Outils d'aide à la décision permettant de décider de la vocation d'une surface potentiellement renaturable (source : auteurs)

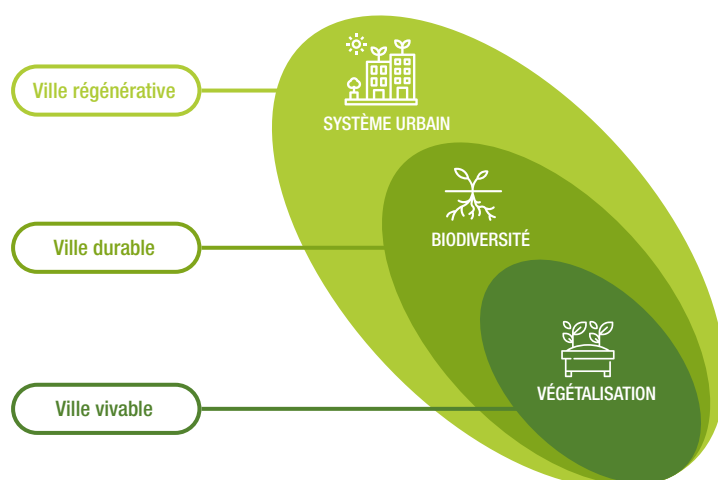


Figure 7 : Schématisation de trois niveaux de maturité de la question « nature en ville » (source : adapté d'après Blanco E. & Clergeau P. (juin 2022))

→ LES OUTILS RÉGLEMENTAIRES DE L'URBANISME

Des outils peuvent être utilisés dans les documents d'urbanisme pour accompagner la mise en œuvre d'une stratégie territoriale de renaturation des sols. Citons notamment :

- Les **zones préférentielles pour la renaturation dans les SCoT** : l'article 197 de la Loi Climat et Résilience dispose que les SCoT peuvent identifier des zones préférentielles pour la renaturation qui peuvent être intégrées dans le Document d'Orientation et d'Objectifs du SCoT, une pièce opposable du document, qui a donc une valeur réglementaire.
- Les **orientations d'aménagement et de programmation (OAP)** d'un PLU(i) portant sur des **secteurs à renaturer** : l'article 197 de la Loi Climat et Résilience dispose que des OAP sectorielles peuvent être instituées pour permettre de décliner les projets au sein des zones préférentielles de renaturation définies par les SCoT. Il s'agit d'une pièce opposable du document d'urbanisme. Dans ces secteurs, les OAP pourront prévoir les grandes orientations des projets de renaturation des sols, par exemple le type de projets pouvant y être accueillis ou les types de renaturation privilégiés. Elles sont complémentaires des OAP thématiques qui peuvent aussi encourager et encadrer des démarches de renaturation des sols, en particulier celle portant sur la Trame verte et bleue qui a été rendue obligatoire par la loi Climat et Résilience, ou celle portant sur la nature en ville. L'OAP "nature en ville" du PLU de la commune de la Garde de la métropole Toulon Provence Méditerranée - que la fédération nationale des agences d'urbanisme a valorisé dans sa publication "repenser les écosystèmes par la planification : vers des solutions d'adaptation fondées sur la nature dans les documents d'urbanisme" - est un exemple illustratif.

D'autres outils peuvent encourager les démarches de renaturation des sols :

- **L'emplacement réservé** : il s'agit d'une servitude pouvant être intégrée au règlement du PLU(i). Elle permet de geler des terrains en vue d'une affectation prédéterminée. Pour mettre en œuvre un projet de renaturation, un emplacement réservé "espaces verts" ou "continuités écologiques" pourra être défini.
- **Le coefficient de pleine terre** définit sur une parcelle donnée la proportion entre la surface de pleine terre et la surface de l'ensemble de la parcelle. Le PLU(i) peut imposer dans certains secteurs des coefficients de pleine terre qui favoriseront la mise en œuvre d'un projet de désartificialisation des sols.
- **Le Coefficient de Biotope par Surface (CBS)** peut être également intégré au sein d'un PLU(i). Il permet de définir la proportion de surfaces favorables à la biodiversité par rapport à la surface totale de la parcelle, en attribuant un coefficient aux différents types d'espaces en fonction de leur valeur écologique. Le premier CBS a été développé à Berlin au début des années 1990 et s'est ensuite diffusé dans plusieurs villes de France sous différentes formes. Il existe aujourd'hui un grand nombre de CBS, qui ne sont pas comparables entre eux puisque les coefficients attribués à chaque type d'espace peuvent varier. L'harmonisation des CBS est ainsi un axe stratégique important, qui permettrait de formuler des orientations "uniformisées" auprès des collectivités planificatrices pour le déploiement de cet outil.



© François Bozoi

→ LES PROJETS TERRITORIAUX DE BIODIVERSITÉ

Ils ont été développés par CDC Biodiversité afin d'anticiper les besoins des maîtres d'ouvrages en matière de compensation en sécurisant à l'avance des sites pouvant accueillir des mesures compensatoires. Moyennant quelques adaptations, cet outil pourrait être appliqué à la planification de projets de désartificialisation.

Il s'agit d'abord de réaliser un diagnostic territorial afin de localiser les secteurs portant le plus d'enjeux écologiques. Un travail de prospection foncière permet ensuite d'identifier les sites clés en fonction de leur localisation et de leur taille et de sécuriser le foncier sur le long-terme. Des orientations de restauration écologique doivent ensuite être définies. Enfin, les bénéficiaires de la compensation doivent être identifiés afin de mettre en œuvre les mesures de compensation et d'en assurer le suivi sur le long-terme.

Les projets territoriaux de biodiversité pourraient présenter de nombreux atouts pour la mise en œuvre des projets de désartificialisation :

- les terrains sont rapidement disponibles grâce à la sécurisation anticipée du foncier ;
- les projets de désartificialisation auraient une portée environnementale plus grande car ils seraient réalisés sur un site d'envergure importante.

Il existe déjà un certain nombre d'outils permettant de planifier ou d'aider à planifier la désartificialisation des sols. Il s'agira éventuellement de compléter ce panel et de le consolider afin de développer la renaturation à plus large échelle et d'atteindre l'objectif de ZAN. Cependant, la planification territoriale est toujours confrontée à une limite intrinsèque. Elle encadre la destination des sols en fixant des règles sur des secteurs définis mais elle n'a pas le pouvoir de faire aboutir les projets. Pour que les espaces sur lesquels une désartificialisation des sols est planifiée soient effectivement renaturés, il faudra disposer d'un modèle économique favorable qui permette notamment de trouver des porteurs de projets.

Ce modèle reste encore à construire, sachant que des exemples peuvent être inspirants, en particulier sur les territoires littoraux ultra-marins où le Conservatoire du littoral travaille déjà depuis de nombreuses années à la désartificialisation des sols.

La renaturation opérée par le Conservatoire du littoral en Outre-Mer

Alain Brondeau, Délégué Outre-mer

Créé en 1975, le Conservatoire du littoral a pour mission d'acquérir des parcelles du littoral menacées par l'urbanisation ou dégradées pour en faire des sites restaurés et ouverts au public dans le respect des équilibres naturels. Ainsi, le Conservatoire du Littoral a mis en œuvre des actions de désartificialisation et de renaturation des sites littoraux bien avant l'entrée en vigueur de la loi Climat et Résilience et de l'objectif ZAN.

Le Conservatoire du Littoral réalise des actions de désartificialisation et de renaturation en outre-mer depuis le début des années 2000. Ces actions sont montées en puissance lors des années 2010, avec notamment la renaturation de plages très dégradées en Guadeloupe et à Saint-Martin. En effet, la propriété des sites naturels localisés dans la zone des 50 pas géométriques (réserve foncière d'environ 81 m de large sur le littoral des départements d'Outre-mer, délimitée depuis le XVII^{ème} siècle et propriété inaliénable de l'État) a été transférée au Conservatoire du Littoral ou à l'ONF selon les cas. Actuellement, le Conservatoire du Littoral porte environ 10 projets de renaturation en Outre-Mer.

Environ un quart des acquisitions du Conservatoire du Littoral est constitué de terrains plus ou moins dégradés (présence d'espèces exotiques envahissantes, sols compactés en raison de la fréquentation automobile et du stationnement, présence de bâtiments, etc). Une grande partie des actions du Conservatoire du Littoral consiste à démolir les bâtiments et à décompacter les sols. Le Conservatoire du Littoral met en œuvre beaucoup d'opérations de relocalisation et de rétrécissement de voies routières, ainsi que d'actions de recul du stationnement. La circulation automobile est ainsi optimisée pour réduire les surfaces circulées. Beaucoup de terrains dégradés sont des zones humides qui ont été remblayées. Le Conservatoire tente de rétablir leur fonctionnement hydraulique.

Le point le plus important pour la réalisation d'actions de renaturation en Outre-Mer est la concertation avec les communes, qui sont souvent gestionnaires des terrains du Conservatoire. En Outre-Mer, l'échelon communal est particulièrement important et la position de la commune est souvent déterminante. La définition du projet doit se faire en collaboration avec les communes ou établissements publics de coopération intercommunale et s'insérer dans le cadre d'une politique plus large des collectivités sur leur territoire.

Le Conservatoire du Littoral peut être amené à patienter plusieurs années avant de mettre en œuvre le projet, afin de s'assurer que tous les indicateurs soient au vert pour la commune et que le projet fasse sens pour les élus. La conception du projet est ainsi la phase qui prend le plus de temps (parfois jusqu'à 10 ans), tandis que la réalisation effective est beaucoup plus rapide. La coopération de la commune est ainsi indispensable pour que le projet puisse être mené à bien, d'autant plus que certaines actions peuvent relever de la responsabilité de la commune (exemple : relocalisation d'une station de dépollution).

L'application de la loi Climat et Résilience devrait pouvoir permettre aux communes de voir plus d'intérêt à la réalisation d'actions de renaturation. En effet, en travaillant de concert avec le Conservatoire du littoral et en menant à bien des actions de désartificialisation, les communes pourront réaliser des aménagements plus intéressants par ailleurs (« compensation » de l'artificialisation).

Le Conservatoire du littoral réduit au maximum l'utilisation de Déclaration d'Utilité Publique et de procédure d'expropriation. Il s'agit de procédures particulièrement longues et compliquées, qui peuvent mener à du contentieux et des oppositions politiques. Le Conservatoire du littoral privilégie les acquisitions à l'amiable, ou bien la mise en place de zones de préemption. Les expropriations constituent moins de 5% des acquisitions du Conservatoire du littoral, et ne sont réalisées qu'en cas d'urgence ou de situation foncière bloquée.

La concertation avec les usagers se fait souvent grâce à une méthode d'animation paysagère. Le Conservatoire du littoral et les usagers (élus, services des collectivités ou de l'État, citoyens, etc) se déplacent sur le terrain avec de définir ce que chacun aime dans le paysage, ce qu'il est souhaitable de conserver, et ce que les usagers souhaitent voir évoluer. Le paysagiste réalise alors beaucoup de dessins pour permettre à chacun de se projeter et pour créer de l'adhésion. Un schéma d'intentions paysagères est ensuite construit en collaboration et traduit en esquisses.

L'utilisation de telles esquisses permet de représenter ce que chacun a en tête pour l'évolution du site et de lever bon nombre d'inquiétudes. Alain Freydet, paysagiste-concepteur travaillant de longue date avec le Conservatoire du littoral, vient d'ailleurs d'obtenir le Grand Prix National du Paysage pour un projet mené avec le Conservatoire du littoral.





2.2 A l'échelle des projets de renaturation des sols

2.2.1 Quelques exemples représentatifs de renaturation des sols

Les fiches suivantes présentent des projets de renaturation mis en oeuvre par différents types d'acteurs :

- Zone Industrielle de Port Jarry (Guadeloupe, Conservatoire du Littoral)
- Ecole Paul Verlaine (Moselle, Opération Cassons la Croûte)
- Cimetière des Longs-Réages (Hauts-de-Seine, Programme Nature 2050)
- Réaménagement du Parc Urbain de Bordeaux (Gironde, Ville de Bordeaux)
- Bassin houiller (Nord, Etablissement Public Foncier des Hauts-de-France)
- Friche industrielle de l'usine Ugine Kuhlmann (Nord, Etablissement Public Foncier des Hauts-de-France)
- Sablière de Viet Houck (Nord, Société civile immobilière du Lac)
- Espace Naturel Sensible d'Erretegia (Pyrénées Atlantiques, Département).

ZONE HUMIDE DE JARRY

📍 BAIE-MAHAULT (GUADELOUPE)

Conservatoire du Littoral



→ Fortes pressions exercées par les activités économiques et urbaines (dont certaines occupaient illégalement le domaine public), ainsi que des infrastructures liées, sur la forêt marécageuse et sur la mangrove : déchets, remblais, fragmentation, pollution, etc



- Diagnostic de la zone afin de comprendre le fonctionnement du milieu naturel, d'identifier les pressions qu'il subit et les dysfonctionnement engendrés
- Libération des emprises occupées illégalement (27 ha au total) afin d'aboutir à une libération du domaine public occupé
- Désartificialisation et restauration écologique : nettoyage, dépollution, déblaiement, opérations de génie écologique, plantations, etc
- Mise en place d'un sentier périphérique entre la zone humide et la zone industrielle pour matérialiser la limite et ainsi limiter les risques d'empiètement futurs, optimiser la gestion du site, rendre le site accessible au public, sensibiliser le public aux enjeux de préservation (mise en place de panneaux) et sécurisation du cheminement entre les différents secteurs de la zone industrielle



- ✓ Emprises occupées illégalement libérées et restaurées
- ✓ Forêts humides et marécageuses (180 ha) protégées, régénérées et renforcées
- ✓ 4 ha déjà renaturés à ce stade, 7 ha en cours de libération, 16 ha à traiter

CONTEXTE / CONCERTATION

Extension de la zone industrielle de Jarry (zone économique la plus importante de Guadeloupe) aux dépens de la forêt marécageuse et de la mangrove (-28% entre 1950 et 2017).

Créé en 2016 à l'initiative du Conservatoire du Littoral, le projet JA-RIV a pour objectifs de restaurer et protéger ces espaces humides très rares

COÛTS

9 250 000 € (dont 5 800 000 € de restauration écologique et de dépollution)

PARTENAIRES FINANCIERS

Financés par le Conservatoire du Littoral, les partenaires co-financiers et les entreprises occupantes



POUR ALLER PLUS LOIN



<https://www.conservatoire-du-littoral.fr/211-projet-ja-riv.htm>

CONTACT

✉ guadeloupe@conservatoire-du-littoral.fr



Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement



ECOLE PAUL VERLAINE

📍 LE BAN-SAINT-MARTIN (MOSELLE)

Atelier Omnibus, paysagistes concepteurs

Mission de maîtrise d'œuvre complète avec concertation

En lien avec l'Appel à Projets «Cassons la croûte» du Plan Paysages du SCoT de l'Agglomération messine



- Cour minérale de 2600 m²
- Imperméable à l'exception du bac à sable (interdit d'accès pour raisons sanitaires)
- 8 arbres existants (conservés)
- Gestion eaux pluviales classique « Tout au réseau »



- Travail sur le modelé de terrain pour conduire les eaux de pluie vers les espaces filtrants et créer des petits reliefs pour varier les paysages et les perceptions
- Installation d'un revêtement clair pour lutter contre les îlots de chaleur, de revêtements perméables (copeaux de bois, réemploi du sable, espaces plantés, revêtements techniques perméables pour le terrain de sport, pavés enherbés)
- Réalisation d'une «rivière», qui matérialise l'écoulement des eaux de pluie et crée un espace de jeux pour les élèves. Avec maintien de surverse au réseau par sécurité
- Installation d'une cuve de stockage d'eau de pluie de toiture
- Plantation sur 750 m² de la surface, plus de 70 variétés de vivaces, arbres et arbustes



- ✓ Désimperméabilisation et infiltration des eaux de ruissellement et d'une grande partie des eaux de toitures
- ✓ Création d'une multiplicité d'espaces et d'usages (jardinage, détente, enseignement extérieur, jeux avec l'eau, etc.)
- ✓ Inclusion de tous les élèves
- ✓ Création d'îlots de fraîcheur

CONTEXTE / CONCERTATION

Forte dimension pédagogique

Ateliers sensibilisation sur l'eau et recueil de propositions auprès des 6 classes de l'école, création de 12 maquettes

Forte concertation avec l'équipe pédagogique, élus et services techniques.

Restitution / Présentation aux élèves et aux parents

PARTENAIRES FINANCIERS

Agence de l'Eau Rhin Meuse et Eurométropole de Metz

POUR ALLER PLUS LOIN



<https://www.scotam.fr/fr/accueil/accueil87.html>



<https://www.omnibus-paysage.fr/>



<https://www.ban-saint-martin.fr/>

CONTACT

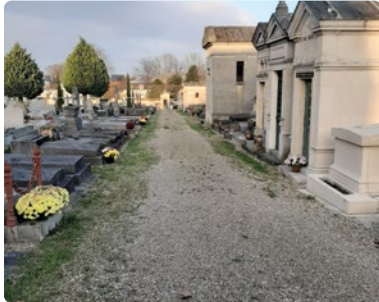
Cabinet Omnibus

✉ contact@omnibus-paysage.fr

CIMETIÈRE DES LONGS-RÉAGES

Ville de Meudon
Projet soutenu par le programme Nature 2050

MEUDON (HAUTS-DE-SEINE)



- Espace majoritairement minéralisé
- Une politique zéro phyto sur l'ensemble des Espaces Verts sauf un usage résiduel pour les cimetières
- Cimetière détaché de son contexte urbain et paysager



- Libération des emprises à planter
- Terrassements
- Installation des substrats
- Plantation de végétaux et ensemencement ; Paillage ; Installation de supports de plantes grimpantes
- Installation d'un espace de tri avec composteur



- ✓ Création d'un écosystème végétalisé permettant d'accueillir la biodiversité
- ✓ Cimetière utilisé également comme espace de promenade, culturel et îlot de fraîcheur
- ✓ Meilleure gestion des eaux pluviales
- ✓ Intégration du site à la trame verte

CONTEXTE / CONCERTATION

Volonté de préserver la qualité environnementale de la commune

Elargissement de la loi Labbé (2017) aux cimetières (2022)

COÛTS

Environ 200 000€

FINANCEMENTS

MGP - Nature 2050 (40%)

POUR ALLER PLUS LOIN



<https://www.cdc-biodiversite.fr/realisations/nature-au-cimetiere/>

CONTACT

Jean-Marc Thibaut,
Responsable du service
Espaces Verts

✉ jean-marc.thibaut@mairie-meudon.fr


Ville de Meudon

NATURE
2050

QUARTIER GRAND PARC

 BORDEAUX (GIRONDE)

Groupement de maîtrise d'œuvre
Exit paysages avec Technicité, On, Integral Ruedi Baur, Kubik, Sol Paysage et Antea



- Quartier du Grand Parc, typique des grands ensembles de barres et tours de logements des années 60, réalisé sur des zones humides remblayées sur plusieurs mètres d'épaisseur par des matériaux terreux et en partie pollués (ancienne décharge des années 1950)
- Espace paysager dégradé, peu de biodiversité



- Réalisation d'un diagnostic pédologique prenant en compte la nécessité de préserver les grands arbres existants et en maîtrisant les risques liés à la pollution de certaines zones
- Travaux de reconstitution de sols fertiles par horizons différenciés à partir des ressources pédologiques du site et de compost de déchets verts
- Travail sans apport de terre extérieur au site : réemploi de terres excavées choisies pour leurs propriétés agronomiques, apport de matière organique en surface (compost de déchets verts provenant de l'économie circulaire territoriale) et décompaction du sous-sol pour favoriser l'infiltration des eaux de pluie et pour améliorer en profondeur la porosité des sols et l'enracinement des arbres



- ✓ Amélioration fonctionnelle significative de la trame brune (biodiversité des sols)
- ✓ Création d'un espace d'agriculture urbaine partagé (fruitiers, potagers)
- ✓ Développement d'une canopée étendue de foresterie urbaine (lutte contre les îlots de chaleur)
- ✓ Installation de jeux d'enfants et de mobilier de circulation douce

CONTEXTE / CONCERTATION

Important travail de concertation sur les besoins de proximité exprimés par les habitants

L'amélioration des services rendus par la renaturation des sols des espaces publics de proximité s'inscrit dans la démarche globale de rénovation urbaine PNRU, au bénéfice d'une population urbaine socialement le plus souvent défavorisée

COÛTS

1,8 M€ soit 20% du montant des travaux réalisés sur l'espace public

POUR ALLER PLUS LOIN



<https://www.bordeaux-metropole.fr/Grands-projets/Projets-d-amenagements/Renouvellement-urbain-des-quartiers/Bordeaux-Grand-Parc>

CONTACT

Xavier Marié,
Directeur Gérant Sol Paysage

✉ xavier.marie@solpaysage.fr



BASSIN HOUILLER

 NORD PAS DE CALAIS

2 500 ha de terrils miniers
Établissement Public Foncier des Hauts-de-France
Départements du Nord et du Pas-de-Calais (ENS)



- Terrils d'argilites et grés déposés en surface suite à l'exploitation minière,
- Zones humides créées par l'exploitation minière,
- Disparition progressive des terrils (témoins de conditions de vie difficiles et d'injustices sociales, source de matériaux pour la construction d'infrastructures et espaces pouvant être utilisés pour le renouvellement urbain)



- Conservation des sols aussi nus que possible en évitant au maximum toute modification de leur structure (compactage, apports de terres végétales et d'engrais, etc)
- Gestion des milieux herbacés sans apports de fabacées ni d'engrais
- Fauches ponctuelles d'exportation ou pâturage extensif
- Semis d'espèces végétales à faible croissance sur les zones les plus récréatives
- Maintien des champs de cailloux, des pierriers, des zones de dénivellation et des zones instables
- Défrichements ponctuels pour éviter l'enrichissement et les dynamiques forestières trop fortes
- Maintien des zones d'accumulation d'eau existantes et création de dépressions humides
- Favorisation de l'ensoleillement au maximum
- Protection et création de vastes étendues de roselières à phragmites et de zones de vasières au contact des terrils avec des étangs d'affaissement miniers, plantations forestières complémentaires
- Interdiction d'accès aux véhicules motorisés
- Mise en place d'espaces de loisirs (chemins pédestres, pistes de vtt, chemins équestres, etc)



- ✓ Double vocation : accueil du public et préservation de la biodiversité en formalisant la trame verte et bleue du bassin minier
- ✓ Sites présentant une importante richesse botanique et faunistique ainsi que des habitats stratégiques pour la conservation des oiseaux de zones humides, patrimoine mondial inscrit à l'UNESCO

CONTEXTE / CONCERTATION

Les terrils issus de l'exploitation minière présentent une grande richesse en biodiversité en raison de leurs nombreux contrastes écologiques, et son favorables à de nombreuses espèces thermophiles et acidoclines.

COÛTS

Coût de l'acquisition

Évaluée par les Domaines à 1 800 000 € pour environ 2 240 ha (avec les terres agricoles aux pieds des terrils)

Coût des travaux

Environ 80 millions € sur 15 ans


POUR ALLER PLUS LOIN



<https://epf-hdf.fr/op%C3%A9rations/rieulay-pecquencourt-terril-des-argales>

CONTACT

**Établissement Public Foncier
Hauts-de-France**

 contact@epf-hdf.fr



FRICHES DE L'USINE UGINE KUHLMANN

Métropole Européenne de Lille
Établissement Public Foncier des Hauts-de-France

📍 WATTRELOS ET DE LEERS (NORD)



AVANT

- Site de 47 ha considéré comme le plus pollué de la métropole lilloise
- Présence de deux terrils de charrées de chrome, un terril de phosphogypse, deux anciens bassins de décantation et une ancienne zone industrielle
- Le site était occupé par des campements sauvages, un atelier de fabrication et de ferrailage de cuves d'acier et par des zones de dépôts. Les propriétaires privés (Rhodia) participent au projet. Démarche du tiers demandeur. L'EPF a pris la responsabilité des travaux.



ACTIONS

- Achat de 39 ha de la friche
- Déconstruction des usines
- Traitement et confinement des terres polluées (1 500 000 m3 traités)
- Tamponnement des eaux de ruissellement
- Création d'un vaste réseau de zones humides sur un composite d'isolation complètement artificiel



APRÈS

- ✓ Espace naturel ouvert en partie aux visiteurs, en articulation avec les objectifs de remise en navigabilité du canal de Roubaix.
- ✓ Zone humide principalement composée de roselières denses, de multiples mares et d'une prairie de fauche jouant un rôle de corridor écologique
- ✓ Zone de nourrissage, d'hivernage et de reproduction pour de nombreuses espèces d'oiseaux remarquables.
- ✓ Présence d'une flore diversifiée, notamment aquatique, et d'une fonge remarquable

CONTEXTE / CONCERTATION

Le site PCUK a connu plusieurs tentatives de reconversion depuis sa fermeture en 1983.

En 2004, en raison du morcellement de propriété et de la multiplicité des acteurs, la Métropole Européenne de Lille a demandé à l'EPF Nord-Pas de Calais d'être l'ensemblier de l'opération de requalification du site

COÛTS

Coût de l'acquisition : 500 000 €

Coût des travaux : 11 300 000 €

Coût de la gestion : 1 200 000 €

POUR ALLER PLUS LOIN



<https://www.epf-hdf.fr/op%C3%A9rations/wattrelos-pcuk>

CONTACT

Établissement Public Foncier
Hauts-de-France

✉ contact@epf-hdf.fr



SABLIÈRE DU VLIET HOUCK

SCI du Lac et STB Matériaux assistés par l'EPF Nord-Pas-de-Calais



- Décharge de déchets sidérurgiques
- Remblai de la carrière ayant créé de forts désordres sur les plans d'eau créés par l'exploitation du sable et sur les milieux voisins
- Eaux superficielles polluées
- Site de 17 ha présentant de fortes potentialités pour une renaturation



- Restauration du linéaire des berges des plans d'eau de la carrière (création de larges berges en pentes douces pour favoriser les roselières et vasières)
- Création d'une falaise pour les Hirondelles de rivage
- Création d'une dépression humide intra-dunaire en lieu et place d'un ancien remblai
- Dégagement des gravats présents le long des berges d'un étang et au sein des vastes espaces de pelouses à mousses pour les rendre attractifs aux oiseaux des espaces ouverts
- Recouvrement de toutes les zones de dépôts de déchets inertes par des limons sableux
- Réutilisation des stocks de ballast concassés pour faire deux plages de galets et conforter la berge d'un étang qui s'érodaient
- Fauche exportatrice de prairie pour restaurer une prairie maigre et maintenir des populations de lapins



- ✓ Espace naturel présentant une mosaïque de milieux (néo-dune, dépression humide sur sable calcaire, steppe xérique, prairies sèches, roselières, bosquets, étangs), favorable au développement d'une biodiversité riche dans un contexte de grandes cultures et qui pourrait être reconnu à terme comme une ZNIEFF de type I, malgré son origine industrielle
- ✓ Mise en place d'une servitude d'utilité publique par la DREAL pour renforcer la vocation naturaliste du site restauré

 BOURBOURG (NORD)

CONTEXTE / CONCERTATION

Exploitation de la sablière entre 1990 et 1995, transformée en 1998 en une zone de décharge de déchets de démolition et de stockage de laitiers issus de hauts-fourneaux

Evacuation des déchets imposée à l'exploitant mais rendue impossible par la liquidation de l'entreprise

Site laissé en libre évolution pendant près de 20 ans

Renaturation volontaire sans aucune obligation réglementaire

COÛTS

200 000 euros

FINANCEMENT

100% privé, sauf conseils (AMO) et suivis de chantiers EPF

POUR ALLER PLUS LOIN



https://www.genieecologique.fr/sites/default/files/documents/biblio/lemoine_2007_vliet-houck_bourbourg_socbot.pdf

CONTACT

Établissement Public Foncier Hauts-de-France

✉ contact@epf-hdf.fr

Fadel BIOBERI

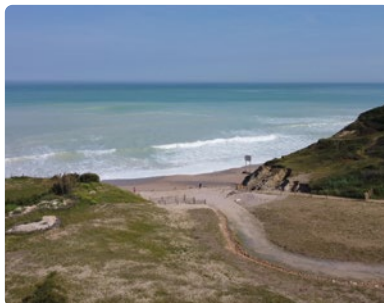
✉ fbioberi@stbmateriaux.fr



ESPACE NATUREL SENSIBLE D'ERRETEGIA

📍 BIDART (PYRÉNÉES-ATLANTIQUES)

Département des Pyrénées Atlantiques



- Plage fortement dénaturée depuis les années 1930 (route bitumée, campings avec terrasses, activité de loisirs et de restauration)
- « Nature artificialisée »



- Mise en défens des milieux sensibles et déplacements de la flore protégée
- Suppression de la route bitumée (réutilisation des matériaux pour créer un fond de couche pour le nouveau chemin technique), réduction de la surface du parking : Désimperméabilisation d'environ 1,8ha
- Restauration d'une nouvelle prairie (transfert de foin vert), plantation d'essences adaptées
- Création de noues végétalisées, suppression des ouvrages hydrauliques (eaux pluviales et ruisseau)
- Suppression des enrochements de protection (amélioration de la résilience)
- Réaménagement de la plage en pente douce pour permettre la construction progressive naturelle d'une micro dune grise



- ☑ Ruisseau ayant retrouvé son lit naturel
- ☑ Recolonisation des zones humides
- ☑ Conciliation des usages
- ☑ Prairie
- ☑ Espace en évolution permanente et naturelle
- ☑ Site désartificialisé de 5 800 m²

CONTEXTE / CONCERTATION

Travail de concertation important entre le département, la commune, le GIP Littoral, les services de l'État, le CPIE Littoral Basque, la région Nouvelle Aquitaine, Office de Tourisme, ce qui a permis de faciliter la conception et la réalisation du projet

COÛTS

Environ 1,2 m€ (études comprises)

FINANCEMENTS

Conseil départemental 64 (40 %), Crédits Européens FEDER (35 %), Conseil Régional Nouvelle Aquitaine (15 %), État (10 %)

POUR ALLER PLUS LOIN



<https://le64.fr/lactualite-du-departement/inauguration-des-travaux-de-renaturation-derretegia>

CONTACT

Peio Lambert,
technicien ENS et biodiversité
✉ PeioLambert@le64.fr



2.2.2 Les modalités de renaturation des sols

→ DIFFÉRENTS DEGRÉS DE RENATURATION DES SOLS

Des sols vivants, en permettant la réalisation des échanges d'eau, d'énergie et de matière, réalisent plusieurs fonctions : production de biomasse, infiltration des eaux, habitats des êtres vivants... L'artificialisation, qui peut prendre plusieurs formes (imperméabilisation, compaction des sols, pollution), a un impact négatif sur ces fonctions, plus ou moins fort et plus ou moins réversible. L'artificialisation joue également un rôle dans l'amplification de certains processus de dégradation des sols comme l'érosion ou les glissements de terrain (Réseau National des Aménageurs, 2020). L'artificialisation entraîne ainsi une perte de fonctionnalités des sols qui impacte leur capacité à réaliser les services écosystémiques sur lesquels reposent nos sociétés humaines.

Par opposition à l'artificialisation des sols, leur renaturation doit permettre de restaurer ou d'améliorer les fonctionnalités des sols, et par là les services écosystémiques qu'ils procurent.

Ainsi, les actions de végétalisation du bâti et plus globalement l'implantation de « surfaces écoaménageables » (murs végétaux, toitures et/ou terrasses végétalisées, espaces verts sur dalle, jardinières hors-sol), si elles peuvent permettre de réduire certains effets négatifs de l'artificialisation en luttant par exemple contre les îlots de chaleur, ne sont pas considérées comme des actions de désartificialisation des sols dans le cadre du ZAN.

De même, certaines actions de désimperméabilisation ne seront pas comptabilisées dans le bilan du ZAN comme des actions de désartificialisation, compte tenu de leur faible emprise spatiale ou d'une végétalisation limitée (Prin-Cojan, 2022). Cela peut aussi être le cas du "réensauvagement", c'est-à-dire d'un site laissé en libre évolution où le travail de refunctionalisation des sols se fera avec un minimum d'intervention humaine sur du temps long.

Il est ainsi possible de classer les projets de renaturation des sols en deux catégories :

- Renaturation partielle : ce type de projet permet de réduire certains effets négatifs liés à l'artificialisation et d'améliorer les fonctions des sols comme la désimperméabilisation de la cour d'école Paul Verlaine, la renaturation du cimetière de Laudon ou la renaturation de terrils miniers, carrières ou sablières.
- Renaturation complète : ce type de projet permet de passer d'un site artificialisé à un site considéré comme non artificialisé selon la nomenclature ZAN.

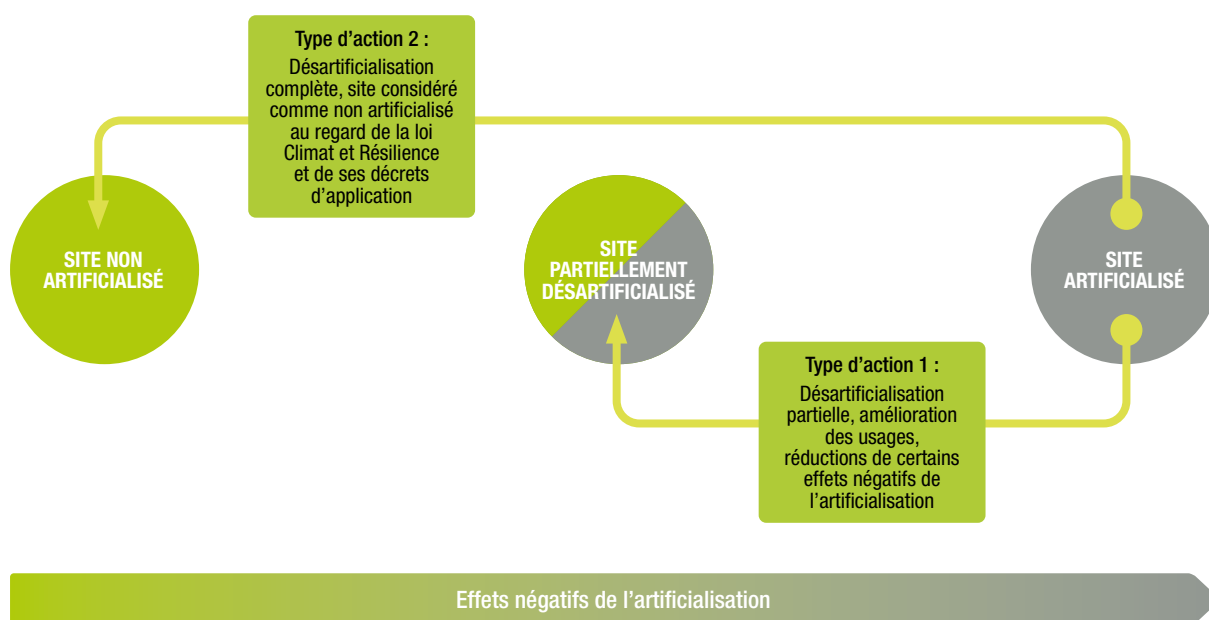


Figure 9 : Distinction des actions de désartificialisation (source : auteurs)

Qu'elle soit partielle ou totale, la renaturation ne recherche pas nécessairement un retour du sol à son état naturel initial, ce qui en milieu urbain ou industriel reste difficile à atteindre⁽¹⁰⁾ (Schwartz, 2020), mais elle permettra de réduire certains impacts négatifs de l'artificialisation (Fosse, 2019).

Pour renaturer des sols à court ou moyen terme, un travail dans leur épaisseur et leur structure sera le plus souvent nécessaire de telle sorte que sol et surface puissent refaire un écosystème vivant et interconnecté. Il peut ne pas être suffisant d'enlever la couche imperméable, de dépolluer et de végétaliser ; il faudra le plus souvent reconstituer les différents horizons du sol. Plusieurs processus peuvent dès lors être menés de façon cumulative ou alternative :

- **Déconstruction** : première étape réalisée sur tout type d'infrastructure bâtie ou non bâtie. Elle se différencie de la démolition par la volonté explicite de ne pas générer de déchets en quantité importante.
- **Dépollution** : dans le cas de pollution ou contamination du site, il faut alors le traiter pour en supprimer ou en diminuer fortement le caractère polluant. Les actions de dépollution dépendent alors de la pollution (nature, profondeur, degré) et de l'usage ultérieur du site.

- **Désimperméabilisation** : suppression du revêtement imperméable situé sur tout type de surface afin de rétablir le fonctionnement hydraulique du site.
- **Reconstitution ou réhabilitation des sols** : via la construction de technosols qui permet de recycler des matériaux issus des milieux urbains (Seré, 2018) ou mieux via la réutilisation de terres décapées ou excavées *in situ* ou à une échelle territoriale de proximité (Marié, 2022). Ce processus de revitalisation des différents horizons du sol sera généralement accéléré en ayant recours à la végétalisation⁽¹¹⁾ ou à des micro-organismes.
- **Reconnexion fonctionnelle** aux écosystèmes naturels environnants : un site désartificialisé mais complètement enclavé sur son territoire, sans aucune connexion aux autres écosystèmes, n'aura qu'un intérêt limité comme support de biodiversité et ne retrouvera pas l'ensemble de ses fonctionnalités.

Selon l'état initial du site, les usages prévus après les travaux de renaturation des sols et son environnement (trames écologiques, bassin hydrologique, paysage, etc), le projet reposera sur tout ou partie des processus présentés, sachant qu'une solution peut aussi être de **conserver un site en l'état en laissant la nature faire son travail**.

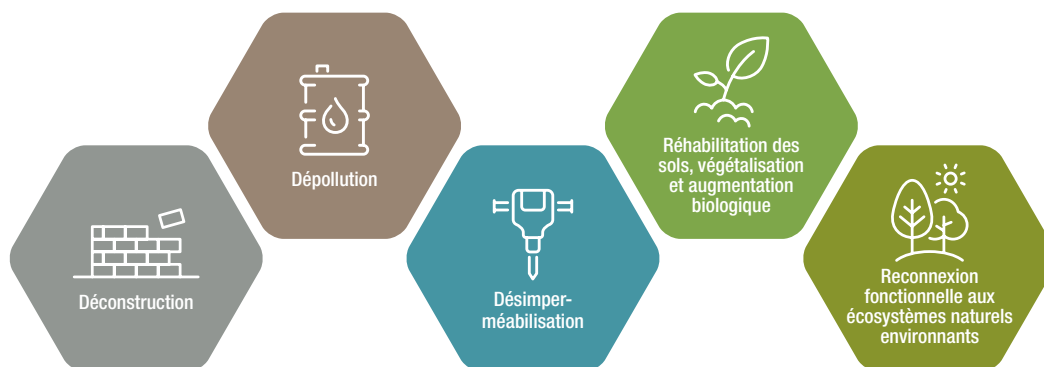


Figure 10 : Différentes composantes de la renaturation des sols (source : auteurs, d'après Fosse, 2019)

(10) Un parallèle peut ici être fait avec les masses d'eau fortement modifiées (MEFM) qui sont, selon la directive-cadre sur l'eau, des masses d'eau de surface qui, par suite d'altérations physiques dues aux activités humaines, sont fondamentalement modifiées quant à leur caractère. Elles ne peuvent dès lors pas atteindre les objectifs de bon état écologique attribués aux eaux naturelles mais un objectif adapté désigné comme le bon potentiel écologique (BPE) qui tient compte des conséquences du caractère modifié sur l'état écologique et de la faisabilité de la restauration.

(11) Le Cerema, en lien avec plusieurs partenaires, déploie l'outil SESAME - Services EcoSystémiques rendus par les Arbres, Modulés selon l'Essence - qui permet d'identifier les espèces les plus à même de produire les services attendus dans le cadre d'un projet d'aménagement ou de végétalisation.

Convergence des politiques publiques : loi Anti-gaspillage pour une économie circulaire (AGEC, février 2020) et loi Climat Résilience (août 2021)

Xavier Marié, directeur et gérant de la société Sol Paysage

La loi Climat et Résilience définit l'artificialisation des sols comme la dégradation de leurs fonctions naturelles. Elle prévoit de lutter contre l'étalement urbain, cause majeure d'érosion de la biodiversité. La loi impose aux collectivités une trajectoire « Zéro Artificialisation Nette ».

Désartificialiser des sols implique la question du réemploi de la terre décapée excavée issus de sols naturels afin d'éviter de les gaspiller en les éliminant en décharge. Les arrêtés ministériels de la loi AGEC favorisent l'économie circulaire des terres excavées en permettant leur sortie du statut de déchet sous condition de traçabilité et de valorisation. Ainsi les sols naturels décapés ou excavés présentant un bon potentiel de réemploi agronomique ou écologique pour reconstituer des sols fertiles fonctionnels représentent une véritable matière première que l'on peut mobiliser pour des opérations d'aménagement dépourvues de ressource « sol » du fait de leur artificialisation historique.

En tendance, la préservation des sols naturels engagée par le ZAN conduira à une raréfaction de la ressource : les terres excavées naturelles de bonne qualité pour renaturer les sols devront être en priorité réemployées et jamais gaspillées. Dès aujourd'hui, en pratique, deux options sont possibles :

1/ Si le site à désartificialiser dispose de ressources pédologiques / géologiques en profondeur, il convient en priorité de les utiliser pour reconstituer en surface des sols fonctionnels. Par exemple, sur la ZAC Deux Rives à Strasbourg, de telles ressources de terres pédologiques originelles étaient présentes sous les remblais en profondeur. Dans le cadre d'un plan guide commandé par l'aménageur SPL Deux Rives, nous les avons excavées pour les mobiliser en économie circulaire locale de réemploi pour fournir les entreprises d'espaces verts en charge des travaux d'aménagement paysager de la ZAC.

2/ Si le site ne dispose pas de telles ressources pédologiques (site de remblais épais sur substratum géologique non réemployable pour reconstituer les sols), il convient d'élargir l'économie circulaire à l'échelle territoriale pour mobiliser des ressources pédologiques décapées ou excavées issues d'autres sites d'aménagement, sélectionnées pour leur potentiel de réemploi. C'est le cas à Lyon sur le site du Champ où 3000 m³ de limons excavés pour le creusement d'un bassin de rétention à quelques kilomètres du site ont été mis à disposition par la Direction de l'Eau de la Métropole du Grand Lyon, au bénéfice de l'aménageur, la société publique locale Lyon Confluence.

Si certaines expérimentations de technosols (comme dans le cadre du programme SITERRE) sont menées pour recréer des sols fonctionnels à partir de matériaux de déconstruction ou sous-produits industriels parfois contraignants d'un point de vue sanitaire ou agronomique, il est prioritaire de ne pas gaspiller les précieuses ressources de terres pédologiques naturelles excavées. Ainsi, les bonnes pratiques convergentes issues des récentes lois AGEC et Climat Résilience s'orientent en faveur d'une économie circulaire sobre, simple et peu coûteuse, permettant de mutualiser la ressource « sol » entre acteurs de l'aménagement, à l'échelle locale ou territoriale. Il s'agit, en réponse aux besoins d'adaptation au changement climatique, de produire des anthroposols reconstitués, générateurs de solutions urbaines fondées sur la nature favorable à la résilience des territoires.

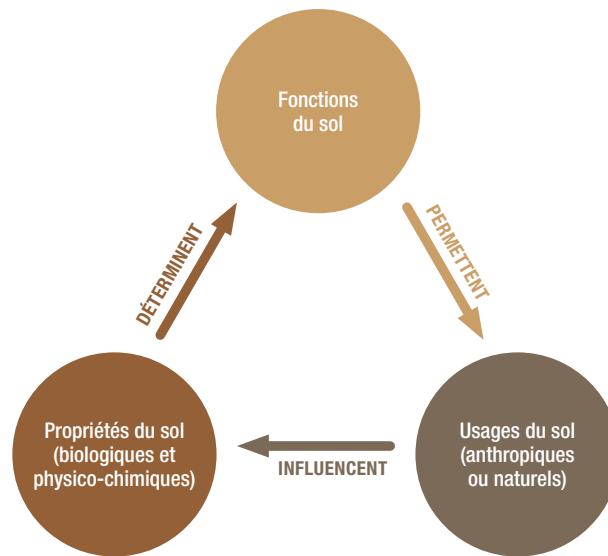


Figure 11 : Relations entre propriétés, fonctions et usages des sols (auteurs, d'après les travaux de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, 2019)

→ DES OBJECTIFS DE RESTAURATION AXÉS SUR UNE MEILLEURE ADÉQUATION ENTRE PROPRIÉTÉS, FONCTIONS ET USAGES DES SOLS

Avant la mise en œuvre de l'objectif ZAN, les actions de renaturation des sols n'étaient pas mises en œuvre pour retrouver certaines de leurs fonctions mais plutôt pour retrouver certains de leurs usages. En effet, à défaut d'usages spécifiques identifiés (gestion des eaux pluviales, facilitation de l'entretien, usage récréatif, restauration de continuités écologiques, réhabilitation de friches, etc), peu d'actions de désartificialisation des sols étaient réalisées de façon volontaire. Une forme de renaturation passive pouvait alors se mettre en place de manière spontanée, sur le temps long. La renaturation des sols était ainsi pensée en fonction de l'usage à leur affecter, et les méthodes utilisées choisies en fonction de cet usage.

Deux formes se conjuguent en résumé : une dynamique écologique spontanée à la suite d'une déprise de l'espace (phénomène d'enfrichement), ou bien une forme volontaire d'aménagements paysagers plus ou moins désartificialisés (Pech, 2016) en vue d'un nouvel usage préalable-ment identifié.

Avec l'objectif ZAN, les collectivités territoriales et les acteurs privés ont maintenant une nouvelle raison de mettre en œuvre des actions de désartificialisation des sols : la

recherche d'un équilibre avec les projets artificialisant les sols. Cela supposera de combiner le plus souvent les dimensions "propriétés", "fonctions" et "usages", des sols, ce qui a jusqu'à présent plutôt fait défaut.

Ces trois dimensions sont en effet étroitement liées. Les propriétés physico-chimiques (structure, profondeur, texture, perméabilité, pH, capacité d'échange cationique, etc) et biologiques du sol (activité microbienne et de la faune du sol)⁽¹²⁾ déterminent les fonctions que peuvent remplir le sol (fonction de production de biomasse par exemple). Enfin, les usages ont un impact, qu'il soit positif ou négatif, sur les propriétés des sols et donc plus indirectement sur leurs fonctions.

Ces interrelations sont au cœur de la méthode MUSE («intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme») développée par le Cerema, avec l'appui de l'ADEME, entre 2017 et 2021 qui a pour objectifs à la fois de :

- Développer une méthodologie permettant de caractériser la qualité des sols d'un territoire et de la cartographier,
- Permettre aux collectivités en charge d'élaborer un document d'urbanisme, et en particulier celles en charge de plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi), de protéger de l'urbanisation les sols en capacité de rendre le plus grand nombre de services et de favoriser une plus grande adéquation entre la qualité des sols et l'usage qui peut en être fait.

(12) Selon la stratégie de l'Union européenne pour la protection des sols, un sol en bonne santé est un sol en bon état chimique, biologique et physique et qui est par conséquent à même de fournir en permanence le plus grand nombre possible de services écosystémiques.

Avant l'objectif ZAN

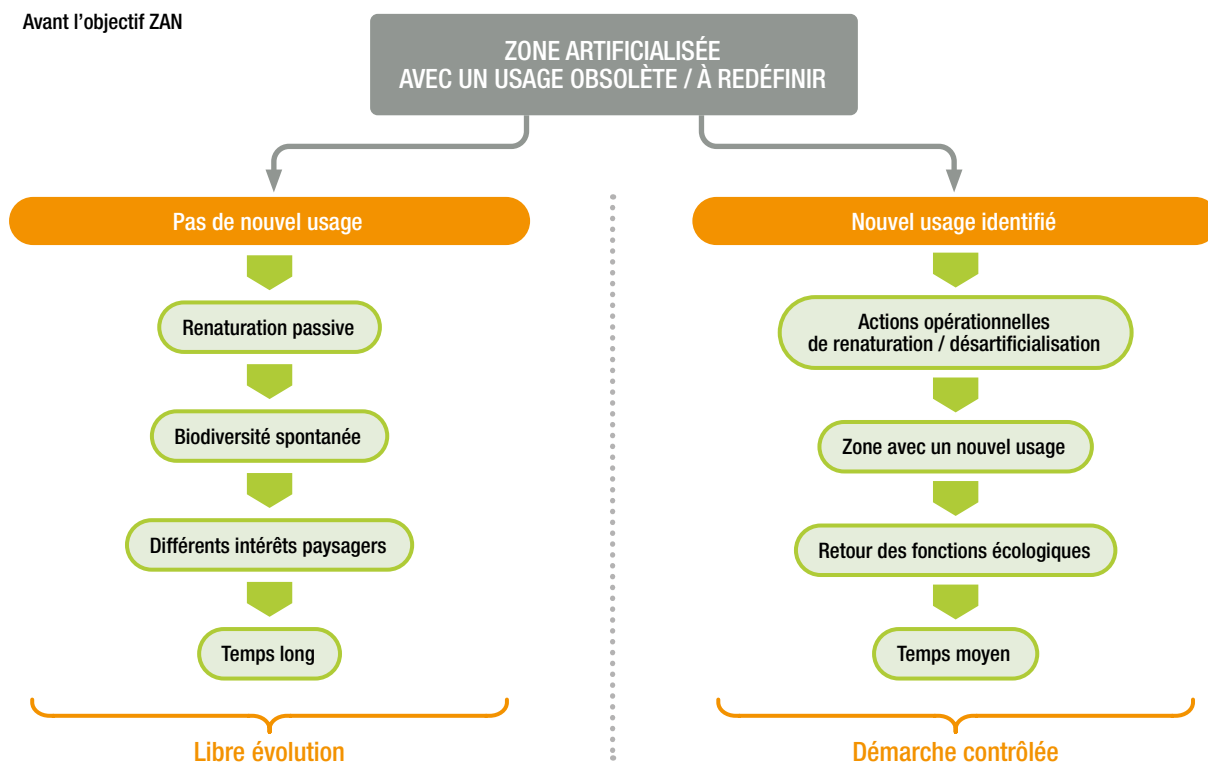


Figure 12 : Les deux types de renaturation des sols avant l'objectif ZAN (auteurs, d'après Pech, 2016)

Elle s'insère pleinement dans la séquence « Eviter Réduire Compenser », constituant un outil pour privilégier les actions d'évitement grâce à une meilleure connaissance des sols, de leurs propriétés et de leurs fonctions (Branchu *et al.*, 2022).

La méthode MUSE a été testée sur trois territoires : Nantes Métropole, Châteauroux Métropole et Aix-Marseille-Provence Métropole. La méthode se base sur des données disponibles à l'échelle nationale pour le milieu rural et périurbain : les Référentiels Régionaux Pédologiques (1/250 000ème, certaines données plus fines étant disponibles localement). En raison de l'absence de données dans l'enveloppe urbaine, une approche spécifique à ce milieu est développée à partir de la capacité d'un sol à exercer tout ou partie des fonctions associées à un sol naturel. Il n'en demeure pas moins que les connaissances sur les sols et leur diffusion restent parcellaires, rendant le plus souvent nécessaire un accompagnement auprès des collectivités qui souhaitent recourir à cette méthode.

Signalons également que l'AMI "Objectif ZAN" lancé par l'ADEME en 2022 devrait permettre d'approfondir les travaux initiés dans le cadre du projet MUSE avec une prise en compte réaffirmée du triptyque "propriétés, fonctions et usages des sols".

D'autres outils sont également en cours de déploiement à l'échelle du projet de renaturation d'une zone ou d'une friche. L'outil SUPRA, par exemple, est un outil d'aide à la décision qui intègre un diagnostic de la qualité bio-physico-chimique des sols urbains à partir de données de terrain ou des données documentaires. Cet outil est à destination

des aménageurs et conduit à une évaluation semi-quantitative des fonctions potentiellement assurées par les sols. L'outil DESTISOL a quant à lui permis de mettre au point une méthodologie optimisant la prise en compte des sols dans la définition de programmes d'urbanisation en considérant les services écosystémiques des sols.

2.3 Une première mise en perspective des coûts et bénéfices de la renaturation des sols

Les coûts de la désartificialisation sont très variables selon les actions mises en œuvre. S'il s'agit de dépolluer des anciens sites industriels, les coûts peuvent être très importants. A l'inverse, la réalisation d'actions simples de désartificialisation n'est pas forcément coûteuse pour une collectivité territoriale. Par exemple, désartificialiser les sols à des fins de gestion durable des eaux pluviales permet aux collectivités de réaliser des économies importantes sur le long terme : en effet, la gestion des eaux pluviales à la source grâce à la réalisation de noues d'infiltration présente un coût global annuel (investissement et entretien) 1,5 fois moins élevé qu'une gestion traditionnelle (réseau pluvial enterré et bassin d'infiltration) (GRAIE, 2018).

A long terme, ce genre d'opération se révèle intéressante financièrement pour la collectivité, sans compter que la gestion des eaux pluviales à la source via des noues d'infiltration apporte de nombreux autres bénéfices et services écosystémiques : lutte contre les îlots de chaleur, intérêt culturel, supports potentiels de biodiversité, protection des eaux souterraines contre les pollutions, meilleure gestion des risques inondation et solidarité amont / aval, etc.

La renaturation des friches, qui peut s'avérer très coûteuse lorsque des actions de dépollution sont nécessaires, peut permettre de générer des retombées économiques à plus ou moins long terme. A titre d'exemple, la reconversion de la friche industrielle KODAK (Sevran, Seine-Saint-Denis) en parc paysager à haute valeur écologique a permis de générer des bénéfices nets socio-économiques estimés à 23,6 millions d'euros, dont 90% reviennent aux riverains (amélioration de leur qualité de vie et augmentation de la valeur de leurs biens immobiliers). Cette renaturation a également permis d'améliorer la qualité de l'air, de créer un îlot de fraîcheur et de préserver la biodiversité (Chateau, 2022).

Les entreprises du secteur de l'immobilier et de la construction sont, elles aussi, particulièrement conscientes de l'enjeu que représente l'objectif ZAN dans les années à venir. Vinci Immobilier a décidé de compenser, à compter de 2030, chaque mètre carré qu'il artificialise, en désartificialisant la même surface, pour appliquer, « avec 20 ans d'avance », le principe du Zéro artificialisation nette. Il compte également orienter fortement ses activités vers le recyclage urbain (De la Roussière, 2022). Eiffage, à travers son plan d'actions « Entreprises engagées pour la nature » - initiative animée par l'Office français de la biodiversité - consacre aussi un champ de son action à l'objectif ZAN.

Ces initiatives témoignent du fait que la désartificialisation des sols est en passe de devenir un élément du positionnement de certaines entreprises sur le marché immobilier.

D'autres secteurs perçoivent aussi aujourd'hui l'intérêt de s'engager dans des opérations de renaturation des sols au sein de leur patrimoine foncier. Ainsi, RTE - gestionnaire du réseau de transport d'électricité - a mis en place des solutions de renaturation des sites accueillant ses postes électriques afin de contribuer à atteindre un objectif « zéro phyto » (Office français de la biodiversité, 2020). Chaque opération de renaturation est alors pensée au vu des caractéristiques du site, du sol, du contexte climatique, et du niveau d'artificialisation avec trois principaux types d'intervention :

- Travail (principalement décompactage) sur les sols les plus dégradés des sites des postes électriques,
- Végétalisation du site (mélanges d'herbacées, mais pas exclusivement), qui vise généralement l'installation d'espèces locales pouvant faire concurrence aux espèces invasives et ligneuses,
- Entretien mécanique plusieurs fois par an sans produits phytosanitaires.

Qu'elles soient directement ou indirectement liées à l'objectif ZAN, les motivations des acteurs publics et privés pour mener à bien des opérations de renaturation des sols ne manquent pas : gestion écologique des espaces, retour de la nature en ville et restauration des continuités écologiques, cadre de vie, santé et bien-être, gestion des eaux pluviales à la source, protection contre les inondations, lutte contre les îlots de chaleur, agriculture urbaine, positionnement sur un marché, organisation de filières de matériaux, etc. Mais le coût des opérations de renaturation des sols imposera le plus souvent une ingénierie financière complexe reposant sur différentes sources de financements et sur des pas de temps assez conséquents.

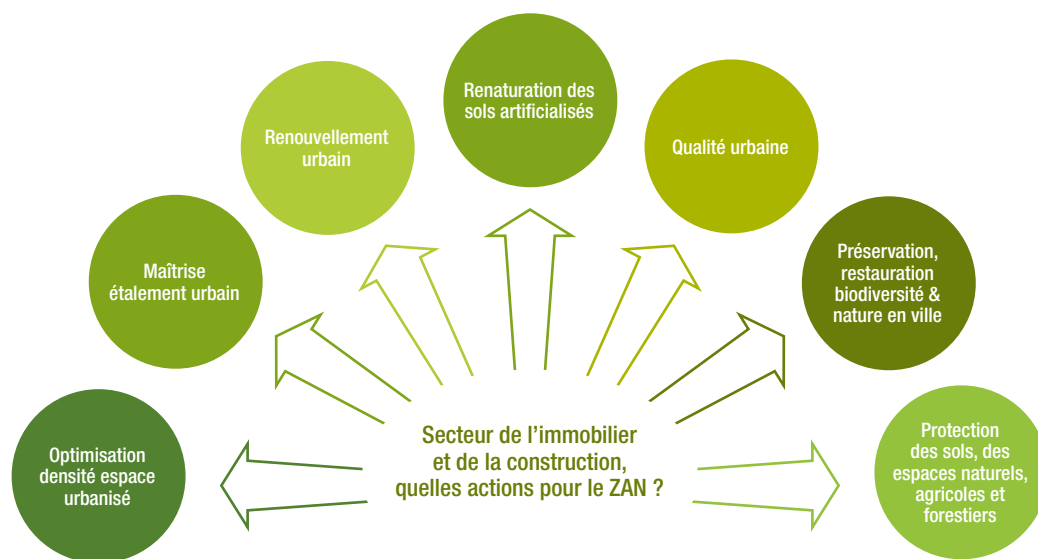


Figure 13 : Panel d'actions possibles sur les différents thèmes liés à la réduction de l'artificialisation des sols. (Humanité et Biodiversité, 2022)

Vers de nouveaux modes de gestion des eaux pluviales

En France métropolitaine, 17,1 millions d'habitants sont soumis au risque inondation par débordement de cours d'eau, ce qui en fait le risque naturel le plus important en termes de dégâts matériels sur ce territoire (Eau France, s. d.)

Depuis plusieurs décennies, la gestion des eaux pluviales est pensée en gestion « tout tuyau », c'est-à-dire en mettant en œuvre des techniques de collecte et d'évacuation systématiques des eaux. Cette logique héritée de l'époque de l'hygiénisme n'est plus pertinente aujourd'hui. En effet, l'imperméabilisation des sols entraîne une augmentation de la part des eaux qui ruissellent au lieu de s'infiltrer, et l'artificialisation des cours d'eau (calibrage par exemple) entraîne une augmentation des vitesses d'écoulement, et donc une amplification des inondations. De plus, l'imperméabilisation entraîne une pollution des eaux pluviales (par les hydrocarbures, les matières en suspension, les macro-déchets, etc) et des augmentations non prévues des flux dans les stations d'épuration, ce qui perturbe leur fonctionnement.

Le ministère en charge de la Transition écologique, en lien avec les différentes parties prenantes, a lancé en novembre 2021 le premier plan d'action national pour une gestion durable des eaux pluviales. Couvrant la période 2022-2024, il a pour ambition de mieux intégrer la gestion des eaux pluviales dans les politiques d'aménagement du territoire, et de faire de ces eaux une ressource dans la perspective d'adaptation des villes au changement climatique (Ministère de la Transition Ecologique, 2021). Ce plan d'actions propose 4 leviers pour prévenir le risque inondation :

- Limiter l'artificialisation ;
- Désimperméabiliser les sols urbains ;
- Mieux utiliser les eaux de pluies et les eaux pluviales ;
- Améliorer la maintenance et le dimensionnement des réseaux existants.

Plusieurs techniques alternatives existent pour une meilleure gestion des eaux pluviales, sans recourir à une gestion « tout tuyau » (La gazette des communes, 2015) :

- Maximiser les espaces verts et ajouter des fonctions hydrauliques aux espaces récréatifs, quitte à ce que ces espaces soient temporairement en eau lors d'épisodes d'inondation ;
- Favoriser une végétation capable de retenir l'eau ;
- Choisir des revêtements poreux ;
- Mettre en place des noues et des fossés d'infiltration ;
- Etc.

L'amélioration de la gestion des eaux pluviales par des actions de désimperméabilisation est un très bon exemple de désartificialisation par l'entrée « usages ». L'objectif initial n'est pas de rétablir les fonctionnalités hydriques des sols, mais plutôt de faire des économies et de rentabiliser le système communal de gestion des eaux pluviales. L'amélioration des fonctionnalités des sols est ici un bénéfice indirect, rendu possible par le besoin de désimperméabiliser pour rétablir certains usages.

Pour répondre à ces enjeux cruciaux, la Banque des Territoires développe des offres et des services dédiés notamment un soutien accru à l'émergence de solutions fondées sur la nature et d'outils de renaturation sur les territoires. La Banque des Territoires souhaite notamment accompagner en ingénierie et en prêts sur fonds d'épargne des projets de désimperméabilisation des sols.

Par ailleurs, grâce à son dispositif Aqua Prêt déployé depuis janvier 2019, la Banque des Territoires dispose d'une enveloppe de deux milliards de prêts sur fonds d'épargne de la Caisse des Dépôts pour financer des projets de gestion des eaux (eau potable, assainissement, gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations, gestion des eaux pluviales) afin notamment de favoriser l'accélération de la rénovation des réseaux d'eau et d'assainissement en France. Cette offre est conditionnée à la mise en place de bonnes pratiques de gestion patrimoniale, génératrices d'économies pour les collectivités locales. Ce dispositif permet notamment de financer des projets permettant d'améliorer la gestion durable des eaux pluviales et des milieux aquatiques, et donc des projets de désimperméabilisation voire de désartificialisation.



3 Financer la renaturation des sols

3.1 Les financements publics dédiés à la renaturation des sols

La mise en œuvre des actions de renaturation des sols implique une nouvelle façon de « faire projet » qui passe par une meilleure articulation des fonctions, des espaces et des bénéfices attendus. Ainsi, au lieu de concevoir des projets dissociant plusieurs enjeux (tels que la gestion des eaux pluviales, l'aménagement paysager, l'accueil d'une biodiversité fonctionnelle, la dépollution du sol, la lutte contre les îlots de chaleur, ou encore la création de lien social, etc), un projet de renaturation appellera le plus souvent des compétences pluridisciplinaires pour traiter l'ensemble de ces enjeux territoriaux.

Ces projets mettant en jeu divers objectifs (social, écologique, prévention des risques, urbain, éducatif, agricole) rentrent aujourd'hui difficilement dans les cloisonnements des appels à projets. Cela montre également les limites de nos systèmes de financements publics actuels qui pourraient être davantage transversaux et évolutifs.

Il est en effet très difficile de donner en amont une estimation des coûts de la renaturation qui sont intimement dépendants de l'état initial du sol, de son degré d'artificialisation et de l'usage qu'il est envisagé de lui affecter, ce qui peut rendre complexe le montage financier de certains projets de renaturation des sols. Pour autant, les multiples bénéfices induits tendent à justifier l'octroi de financements publics qui peuvent intervenir à différentes échelles territoriales et temporelles.

Une recherche sur le thème de la renaturation des sols sur la plateforme Aides-territoires⁽¹³⁾ peut fournir de premiers éléments de réponse à des besoins particuliers de financement, sachant que certains de ces dispositifs sont soumis à des conditions d'éligibilité et peuvent être cumulables.

Une liste non exhaustive est ici proposée selon le type d'entité publique à l'origine de ces financements : collectivités, services de l'État, opérateurs publics et fonds européens.

3.1.1 Le financement par les collectivités locales

A l'échelle locale, il existe deux axes de financement majeurs pour les opérations de renaturation des sols (Tavin et Leseur, 2016). Ils sont le plus souvent portés par les communes ou les groupements de communes :

- L'intégration des projets dans le cadre d'orientations de la Région ou du Département ;
- Le budget direct de la commune ou de l'intercommunalité.

Au-delà du **fonds européen de développement économique régional** (FEDER), les **Régions** peuvent en effet proposer des aides financières pour accompagner des porteurs de projets, communes et groupements de communes en particulier, dans la recomposition de zone d'activités économiques pour laisser davantage de place à la pleine terre, dans la renaturation d'espaces artificialisés laissés à l'abandon ou dans la restauration de continuités écologiques aquatiques ou terrestres.

Quant aux **Départements**, depuis le 1^{er} janvier 2021, les motifs d'emploi de la part départementale de la taxe d'aménagement ont été élargis aux opérations d'acquisition souvent nécessaires pour mener à bien des opérations de renaturation des sols. L'article 331-3 du Code de l'urbanisme prévoit que ces recettes, aujourd'hui en partie consacrées à la politique de protection des espaces naturels sensibles, puissent être aussi utilisées : « pour l'acquisition de terrains nus, bâtis ou aménagés et de gisements artificialisés en vue d'y réaliser des travaux de transformation et, le cas échéant, de dépollution, d'entretien et d'aménagement pour leur conversion en espaces naturels par un département, une commune, un établissement public de coopération intercommunale ou un opérateur public, notamment le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, les établissements publics fonciers ou l'agence des espaces verts de la région d'Île-de-France ».

En complément de leurs politiques de préservation des espaces naturels sensibles, certains départements ont mis en place des aides spécifiques mobilisables pour des opérations de renaturation des sols. C'est le cas du Département

(13) <https://aidesterritoires.beta.gouv.fr>

de Loire-Atlantique avec le dispositif Renaturer qui soutient depuis 2020 tout type d'opération de désartificialisation des sols, du Pas-de-Calais avec la création du Fonds d'Intervention aux Enjeux Écologiques Territoriaux en 2018, ou de la Savoie au titre de la préservation et la restauration des continuités écologiques, y compris en milieux urbain et périurbain. L'ensemble des dépenses éligibles doit toutefois en principe être libellé en section d'investissement.

Au-delà des aides apportées par les Départements et les Régions, **les recettes du budget d'une commune ou d'un groupement de communes** peuvent être mobilisées en faveur de la renaturation des sols. Ces recettes proviennent notamment des impôts locaux, des dotations de l'État ainsi que des subventions de l'État et d'autres organismes publics, des produits des services et du domaine des collectivités et des produits d'emprunts.

Leur mobilisation peut être décidée et discutée au moment de chaque budget annuel au sein d'une collectivité, ou faire l'objet, sinon d'une annexe budgétaire dédiée au moins d'un fléchage pluriannuel sur plusieurs lignes budgétaires qui inscrit le projet dans la durée. La transversalité de ces projets de renaturation des sols peut en effet conduire à les inscrire dans plusieurs agrégats fonctionnels des dépenses de la collectivité, notamment « environnement, aménagement et services espaces verts », « transport et voirie » et « services généraux ».

Cette mobilisation peut aussi se traduire dans des budgets participatifs, ce qui permettra aux citoyens de proposer des projets de renaturation des sols ou de se prononcer sur certains d'entre eux. Elle peut aussi ensuite être formalisée dans le cadre de contrats avec l'État.

3.1.2 Les aides apportées par l'État

Certains outils de **financement de l'aménagement opérationnel** - la plupart pilotés par le Ministère de la Transition écologique et de la cohésion des territoires avec l'appui de ses opérateurs - peuvent permettre de flécher des financements de l'État sur des opérations de renaturation des sols.

Au sein du programme d'investissement d'avenir n°4 (PIA4), un appel à manifestation d'intérêt **Démonstrateurs de la ville durable** a été mis en place : la requalification et la renaturation des espaces fait explicitement partie de ses objectifs (ANRU, Banque des Territoires, 2021). Les lauréats peuvent bénéficier d'une phase d'incubation du projet d'une durée de 36 mois maximum soutenue financièrement et techniquement par l'État. Arrivés à maturité, les projets bénéficient du soutien du PIA pour leur réalisation jusqu'à 10 millions d'euros par démonstrateur, incubation comprise. Une troisième vague de sélection devrait avoir lieu début 2023.

Les contrats de **projets partenariaux d'aménagement** (PPA) peuvent aussi constituer un cadre privilégié de contractualisation entre l'État et des maîtres d'ouvrage locaux tels que les intercommunalités et les syndicats intercommunaux en appui de l'aménagement opérationnel. La loi laisse un large champ des possibles sur le contenu de ces contrats, sachant qu'il est adapté à chaque opération et aux qualités des parties prenantes réunies. Le PPA de Saint-Jean-de-Luz récemment adopté contribue par exemple à la renaturation de la bande littorale dans un projet plus large d'adaptation à l'érosion côtière.

Dans le cadre des **contrats de relance et de transition écologique**⁽¹⁴⁾, les collectivités territoriales, notamment les plus fragiles, peuvent être soutenues à partir de différentes dotations classiquement utilisées par les services déconcentrés de l'État pour accompagner les collectivités dans leurs projets d'investissement et d'équipement (Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire, Dotation de Soutien à l'Investissement Local, Dotation d'Équipement des Territoires Ruraux, etc). Des opérations de renaturation des sols peuvent alors être financées à l'appui d'opérations de réaménagement plus vastes.

Ces contrats peuvent aussi permettre de valoriser les crédits mobilisés par la direction de l'eau et de la biodiversité et les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) à l'appui de la **mise en œuvre de la Trame verte et bleue**. En contribuant à résorber les obstacles aux continuités écologiques, ils peuvent parfois impliquer des opérations de désartificialisation.

Par ailleurs, grâce **aux Ateliers des territoires**, l'État peut aussi mettre à disposition de l'ingénierie (équipe pluridisciplinaire composée d'architectes, d'urbanistes, de paysagistes, de programmistes, de géographes, d'écologues, etc.) pour favoriser l'émergence et la construction de projets territoriaux autour d'un travail en co-construction et d'une concertation élargie. Ces ateliers peuvent avoir un format « flash » (3 mois de travail pour le prestataire avec 2 ou 3 jours sur site), c'est-à-dire une intervention resserrée dans le temps qui a pour finalité de déclencher une dynamique locale à court terme. Ces ateliers des territoires peuvent aussi se réunir au sein d'une session nationale, comme celle couvrant la période 2022-2023 « mieux aménager avec des sols vivants », qui aboutit à la formalisation de stratégies territoriales partagées.

Enfin et surtout, dans le cadre de France Relance et pour lutter contre l'artificialisation des sols, l'État a souhaité investir dans un fonds de recyclage des friches et du foncier, avec l'appui de l'ADEME pour le financement d'opérations de recyclage des friches urbaines et industrielles. Après avoir été abondé à deux reprises, il pourrait être pérennisé à travers la mise en place d'un **fonds vert doté de 2 milliards d'euros à destination des collectivités** pour les aider dans l'accélération de leur transition écologique. L'utilisation de ce fonds pour la renaturation des villes, y compris pour la renaturation des sols en milieu urbain, a été évoquée. Cette

(14) <https://agence-cohesion-territoires.gouv.fr/crte>



© SIAH Croult et Petit Rosne

perspective constituée, à date, l'opportunité de massifier ces opérations par la création d'un dispositif dédié permettant ainsi « une action coordonnée entre les acteurs » comme l'appelle de ses vœux le Sénateur de Vaucluse Jean-Baptiste BLANC dans son rapport d'information du 29 juin 2022 sur les outils financiers pour soutenir l'atteinte de l'objectif de zéro artificialisation nette.

3.1.3 Les aides apportées par les opérateurs de l'État

Les agences de l'eau perçoivent les redevances issues des activités qui impliquent des prélèvements d'eau (exerçant une pression quantitative sur les ressources) ou des rejets (exerçant une pression qualitative sur les ressources). Elles les redistribuent sous forme d'aides et d'appels à projets pour financer des projets favorisant la gestion équilibrée des ressources et des milieux aquatiques, l'alimentation en eau potable, la régulation des crues et le développement durable des activités économiques.

Ces aides sont définies dans des programmes pluriannuels d'intervention qui identifient les modalités de soutien financier aux collectivités et aux acteurs privés, en accord avec les orientations identifiées dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux. Les agences de l'eau ont ainsi la possibilité d'apporter des aides financières sous forme de subventions ou d'avances remboursables à taux zéro.

Les aides portent aussi bien sur la partie étude, animation territoriale que travaux, et les taux de subventions peuvent atteindre jusqu'à 80% du montant des travaux. Leur attribution est soumise à une analyse d'opportunité portant notamment sur la pertinence du projet concerné, de son portage au regard des enjeux territoriaux et, pour les projets les plus importants, sur le rapport coût/efficacité du projet

proposé. En plus des aides mobilisables dans le cadre du 11ème programme d'intervention pour la période 2019-2024, des appels à projets sont régulièrement lancés sur des thématiques plus spécifiques, comme celle de la désimperméabilisation, ou à l'attention de publics particuliers.

La renaturation des petites rivières urbaines est illustrative de projets territoriaux que peuvent soutenir les agences de l'eau (Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, 2018). Elle va permettre à la fois de retrouver des écosystèmes plus fonctionnels d'un point de vue écologique et hydrologique, d'améliorer la qualité des eaux, de restaurer des continuités écologiques, de limiter le risque d'inondation dans la ville, de mettre en valeur les quartiers limitrophes et de développer des activités de loisirs qui vont contribuer à reconnecter les habitants avec leur rivière (Groupe de travail Petites Rivières Urbaines, piloté par l'Astee sous la coordination de Gilles Warot, 2020).

C'est le cas de la réouverture du Gier à Saint-Chamond qui était couvert par une voûte en béton en entrée de ville : des travaux portés par Saint-Étienne Métropole ont permis de remettre à ciel ouvert 500 mètres linéaires de rivière et d'embellir le cadre de vie. L'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse a soutenu à 80% ce chantier de 3,5 millions d'euros.

C'est aussi le cas de la réouverture du Petit-Rosne à Sarcelles : portée par le syndicat mixte pour l'aménagement hydraulique des vallées du Croult et du Petit Rosne au milieu des années 2010 avec la participation financière de l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Cette opération a permis de faire redécouvrir une rivière enterrée du fait de l'urbanisation et de désartificialiser cet espace en centre-ville.

L'ADEME propose diverses aides financières pour la reconversion des friches polluées ou à risque de pollution afin de :

- Connaître l'éventuelle pollution du site et déterminer les modalités de gestion pour assurer la maîtrise des risques sanitaires et/ou environnementaux dans le cadre d'un changement d'usage (dont renaturation)
- Réaliser les travaux de dépollution voire de restauration écologique des sols dégradés.

Pour toute demande, il est possible de se rapprocher de la Direction régionale de l'ADEME.

Par ailleurs, l'ADEME accompagne, depuis le début de l'année 2022⁽¹⁵⁾, 22 territoires au travers de l'expérimentation « Objectif ZAN ». Axée principalement sur l'ingénierie territoriale, l'ADEME finance dans ce cadre la réalisation de stratégies territoriales intégrant la renaturation des sols ou des études préalables à la mise en œuvre de projets contribuant à ces stratégies. Soulignons par exemple le projet de Ris Orangis, développé avec le Cerema et Sol Paysage, qui vise notamment à identifier les espaces à préserver et les potentiels de renaturation.

L'Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine (ANRU) soutient des actions innovantes en matière de transition écologique au sein des quartiers du nouveau programme national du renouvellement urbain. Il peut ainsi financer des actions de renaturation des sols au sein de projets de renouvellement urbain qui sont approuvés par un comité d'engagement national définissant la participation financière de l'ANRU en fonction des ambitions et de la stratégie d'action de chaque opération. Ce fut le cas de la réhabilitation du quartier du Grand Parc à Bordeaux (cf encart spécifique).

En complément, pour encourager le développement de l'agriculture urbaine dans les quartiers concernés par le Nouveau programme national de renouvellement urbain (NPNRU), l'ANRU a par exemple lancé un appel à projets « Quartiers fertiles » qui permettra de soutenir une centaine d'initiatives qui pourront contenir des opérations de renaturation des sols pour permettre l'implantation de jardins d'insertions ou de micro fermes.

Dix établissements publics fonciers d'État, vingt-trois établissements publics fonciers locaux et deux établissements publics fonciers et d'aménagement d'État existent aujourd'hui en France. Leur mission réside dans l'acquisition de terrains utiles à la construction de logements mais qui peuvent aussi servir à la gestion des risques, la protection/restauration de la biodiversité, ou la constitution de réserves foncières. Acquisition et portage foncier, études préalables, traitement des déchets et des sources de pollution, travaux de démolition et de déconstruction, pré-végétalisation, sont autant de composantes d'un projet

de (ré)aménagement sur lesquelles pourra intervenir un établissement public foncier. Cela en fait un acteur clé pour accompagner des **opérations de renaturation des sols**.

L'Office français de la biodiversité (OFB) propose aussi sous forme d'appels à projets des aides financières pour des projets de restauration écologique, en particulier dans les Outre-mer, qui peuvent parfois impliquer des opérations de renaturation des sols.

Un futur règlement européen devrait voir le jour sur la restauration de la nature ; son objectif général est de couvrir au moins **20 % des zones terrestres et marines de l'Union européenne d'ici à 2030 par des mesures de restauration de la nature** et, d'ici à 2050, d'étendre ces mesures à tous les écosystèmes qui doivent être préservés en priorisant la restauration des milieux qui présentent le plus gros potentiel d'élimination et de stockage du carbone ou encore qui participent activement à la prévention ou la réduction de l'impact des catastrophes naturelles telles que les inondations. L'adoption de ce règlement aux objectifs contraignants pourrait éventuellement conduire à renforcer à terme les moyens consacrés à la restauration écologique.

L'OFB finance aussi des projets de recherche qui peuvent fournir de riches enseignements pour la conduite d'opérations de renaturation des sols en milieu urbain. Le programme « Biodiversité, aménagement urbain et morphologie », piloté par le Plan urbanisme, construction et architecture, vise ainsi à étudier comment concilier densification du bâti, et déploiement en ville d'un réseau d'espaces naturels propices à l'accueil de la biodiversité la plus fonctionnelle possible.

La Banque des Territoires souhaite placer la transformation écologique au cœur de sa stratégie. Si elle intervient aujourd'hui principalement en faveur de la rénovation thermique des bâtiments et des réseaux d'eau, elle veut désormais développer son action pour contribuer à la préservation de la biodiversité et une gestion durable des ressources stratégiques (eau, sols agricoles, forêts), favoriser l'économie circulaire et l'adaptation des territoires aux conséquences du changement climatique. Elle propose à la fois de mieux prendre en compte les externalités des projets accompagnés et une intervention dédiée à partir d'offres de services.

Fort de son action historique en faveur de l'aménagement du territoire, la Banque des Territoires entend notamment accompagner les acteurs locaux dans la planification et la mise en œuvre de trajectoires de sobriété foncière et de plans d'adaptation au changement climatique. Au sein de ces deux offres sommairement détaillées ci-après, plusieurs modalités d'intervention permettront d'aider au financement d'opérations de renaturation des sols.

Ces dispositifs seront progressivement activables à partir du début d'année 2023, sachant que les directions régionales de la Banque des territoires sont à la disposition des collectivités pour les orienter vers l'offre la plus adaptée.

(15) <https://bibrairie.ademe.fr/sols-pollues/5458-la-reconquete-des-friches-l-ademe-vous-accompagne.html>

OFFRES	LEVIERS	MODALITÉS D'INTERVENTION
Trajectoires de sobriété foncière	Enjeu foncier	Conseil et ingénierie auprès d'EPCI pour aider à l'élaboration de stratégies de maîtrise et d'usage du foncier comprenant la reconstitution d'espaces de nature
		Prototypage de portage foncier dans des Régions pilotes
		Financements à partir des fonds d'épargne (prêts auprès de collectivités notamment)
	Développement urbain durable et abordable	Participations dans des structures territoriales de portage foncier (société d'économie mixte, filiale d'établissement public foncier, ...)
Consignations comme outils de fluidification foncière dans des territoires en forte tension, en accompagnement de certaines opérations d'utilité publique par exemple		
Plans d'adaptation au changement climatique	Nature (désartificialiser, renaturer, compenser)	Moyens en ingénierie pour accompagner des opérations de requalification d'entrées de villes et de désartificialisation des sols urbains
		Prêts pour des opérations d'acquisition ou de recyclage des friches
		Conseil en ingénierie, notamment pour l'utilisation du foncier disponible
		Co-investissement dans des sociétés de projets pour l'acquisition de foncier dégradé comportant une forte additionnalité écologique
Plans d'adaptation au changement climatique	Focus sur le littoral ou la montagne notamment	Financement des diagnostics de vulnérabilité
		Appui au portage opérationnel et au management de projet (financement de l'ingénierie d'accompagnement)
		Démonstrateurs de portage foncier
		Financements en prêts
		Consignation

Tableau 4 : Dispositifs d'accompagnement proposés par la Banque des Territoires (source : auteurs)

Par ailleurs, la Banque des Territoires propose, dans le cadre du programme « Action Cœur de Ville » et de son dispositif SGREEN+, un financement à 100% de l'ingénierie de projet pour la biodiversité qui peut concerner des actions de renaturation des sols (restauration de continuités écologiques urbaines, renaturation de cour d'école, ...). Cette démarche est soutenue par les financements de l'Union européenne à travers la Plateforme Européenne de Conseil en Investissement.

3.1.4 Le financement par les fonds européens

Il existe un panel de financements européens, qu'ils soient structurels ou sectoriels.

Dans la première catégorie, le **fonds européen de développement économique régional (FEDER)**⁽¹⁶⁾ est particulièrement intéressant pour le financement d'opérations de renaturation des sols. Le taux de cofinancement varie selon la catégorie de région (jusqu'à 50% dans les plus développées ou jusqu'à 60% dans les Régions en transition) dans laquelle le projet s'inscrit. La Région, qui est l'autorité de gestion, procède par appel à projets ou instruit des demandes de financement qui peuvent être formulées « au fil de l'eau » dans l'année.

Dans la seconde catégorie qui relève directement de la Commission européenne, citons en particulier **le programme Life** réparti en 4 sous-programmes : biodiversité, économie circulaire et qualité de vie, atténuation du changement climatique et adaptation, transition vers l'énergie propre. Le Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires a mis en place une liste de diffusion à laquelle il est possible de s'abonner pour être régulièrement informé des actualités de ce programme⁽¹⁷⁾, notamment le calendrier des appels à projets. Au-delà des subventions qui peuvent être accordées, avec un taux de co-financement maximal variable de 55 à 75%, ce programme dispose également de deux instruments financiers. Il s'agit du Natural Capital Financing Facility et du Private Finance for Energy Efficiency, qui accordent des prêts grâce au soutien de la Banque européenne d'investissement (BEI).

Grâce au programme Life, le **Conservatoire du littoral** met en œuvre le projet Adapto sur dix sites pilotes à dominante naturelle et agricole : en testant une gestion souple du trait de côte, il contribue à démontrer l'intérêt écologique et économique d'améliorer la résilience des espaces littoraux pour protéger les activités humaines en redonnant de la mobilité à l'interface terre-mer. Il est à souligner que cet établissement public poursuit, en lien avec les collectivités et ses partenaires, ce type d'opérations sur d'autres sites

(16) Règlement 2021/1058 du Parlement européen et du Conseil du 24 juin 2021 relatif au Fonds européen de développement régional et au Fonds de cohésion.

(17) <https://www.ecologie.gouv.fr/programme-europeen-financement-life>

littoraux (cf encart spécifique sur l'opération de Jarry en Guadeloupe) et constitue donc un relais précieux pour les collectivités intéressées.

De son côté, via également un programme Life, l'**Office français de la biodiversité** et ses 27 bénéficiaires associés participent au projet "Accroître la Résilience des Territoires au changement climatique par l'Incitation aux Solutions d'adaptation fondées sur la Nature" (Life ARTISAN). Sur la période 2020-2027 se déploient à la fois un programme démonstrateur autour de 10 sites pilotes et une animation régionale visant à apporter un appui aux projets de solutions d'adaptation fondées sur la nature qui impliquent le plus souvent des opérations de renaturation des sols. Les animatrices et animateurs régionaux du projet Life ARTISAN collaborent avec Aides-Territoires pour flécher les dispositifs pouvant contribuer au financement de ces actions et orienter les collectivités qui en font la demande. Ils proposent aussi des actions nationales de formation et la publication de ressources et d'outils.

Pour des projets collaboratifs de recherche et d'innovation sur la renaturation des sols, le programme **Horizon Europe** peut allouer des subventions sur la base d'appels à projets. Pour participer il convient de repérer un appel à projets (plutôt dans les piliers 1 et 2) dans lequel on souhaite proposer par exemple un territoire d'expérimentation. Ensuite, il est possible de monter son propre consortium en cherchant au moins deux autres partenaires en Europe ; ou encore de se proposer pour être partenaire dans un consortium piloté par d'autres. Il est conseillé de contacter au niveau local un établissement de recherche (université, CNRS, CEA, Inserm, Inria, Inrae, IRD, etc) ou des délégués régionaux académiques à la recherche et à l'innovation (DRARI) qui peuvent aider au montage de tels projets de recherche.

Par ailleurs, la diversité des financements disponibles pour la renaturation des sols et leur massification prévisible à compter de 2031 pourraient conduire à renforcer la place de la filière du **génie écologique** (Maleyre *et al.*, 2020). Il pourrait dès lors être bienvenu que les entreprises de cette filière qui réunissent beaucoup de spécialistes scientifiques - écologues, hydrauliciens, pédologues, paysagistes, architectes, ... - puissent à la fois :

- accéder à des financements de démonstrateurs de solutions ciblant des enveloppes intermédiaires de dépenses entre 100 à 500 000€ dans les programmes de recherche et innovation (de Roince, Redoulez, 2021) ;
- être intégrées dans les appels à projets d'autres secteurs industriels en tant que partenaires évaluateurs de l'impact des innovations développées sur la biodiversité afin d'anticiper toute boucle de rétroaction négative qui pourrait être liée au déploiement de solutions de renaturation des sols.

3.2 Les financements privés de la renaturation des sols

Plusieurs possibilités de financements privés existent pour permettre aux collectivités et acteurs du territoire de mettre en place de telles actions.

3.2.1 Les financements directs par les entreprises

Certaines entreprises ont basé leur stratégie et leur modèle économique sur l'investissement dans le recyclage urbain. C'est notamment le cas du groupement formé par Icade, Novaxia Investissement et Imring, qui porte un projet de redéveloppement de la clinique du Tonkin à Villeurbanne (69). Ce projet a pour ambition de « *promouvoir la mixité, le bas carbone, la désartificialisation des terres, le réemploi ainsi que les matériaux biosourcés* »⁽¹⁸⁾.

Les financements privés des entreprises en faveur de la désartificialisation répondent à une double logique. En premier lieu, ils permettent aux entreprises qui les mettent en place de se conformer aux objectifs ZAN, et donc d'accéder à des prêts et investissements intéressants avec des taux ou des conditions favorables à la désartificialisation. En second lieu, plus les entreprises sont compatibles avec l'approche ZAN, plus elles sont susceptibles de voir leurs réponses aux appels d'offres reçus favorablement à l'échelle des territoires.

3.2.2 Les contributions citoyennes et du secteur associatif

Les citoyens peuvent contribuer de plusieurs manières à la réalisation d'actions de désartificialisation des sols :

- En contribuant financièrement aux budgets des associations. A titre d'exemple, en 2021, les dons (3 211 k€) et les libéralités (legs, assurances vie, donations – 1 512 k€) comptaient pour environ 19% du budget total de la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO, 25 M€) (LPO France, 2021).
- En finançant directement des projets environnementaux. Le développement du *crowdfunding* et des plateformes de financement participatif encourage les donations des ménages. Par leur simplicité et accessibilité, à la différence des campagnes de dons mensuels, les plateformes de financement participatif permettent aux citoyens de financer directement un projet spécifique de façon ponctuelle.

(18) <https://www.icable.fr/finance/information-reglementee/icable-promotion-poursuit-activement-son-developpement-avec-3-operations-sigificatives.pdf>

Quid des autres formes d'accompagnement des projets ?

Mis à part les financements, des **structures accompagnatrices** peuvent jouer aussi un rôle clé dans la concrétisation des projets de renaturation des sols portés par les collectivités.

L'**Agence nationale de la cohésion des territoires** assure ainsi un rôle de « fabrique à projets » et facilite l'accès des collectivités locales à l'ingénierie technique et financière. Le préfet, délégué territorial de l'Agence, est le point d'entrée pour solliciter l'Agence nationale de la cohésion des territoires (ANCT) sur un projet ; il mobilise par la suite les compétences nécessaires au projet au sein des services de l'État, des opérateurs comme le Cerema et/ou des acteurs volontaires.

Des **agences régionales pour la biodiversité**, créées à l'initiative de la Région et de l'OFB, se mettent également progressivement en place, en lien avec les services de l'État, les Agences de l'eau et d'autres acteurs territoriaux. Multifformes et adaptées aux spécificités de la gouvernance régionale, elles peuvent accompagner les porteurs de projets, relayer les appels à projets dans le domaine de la biodiversité, animer des comités régionaux de financeurs pour coordonner et simplifier les financements.

Les **agences d'urbanisme** et les **conseils d'architecture, d'urbanisme et d'environnement** sont des relais précieux pour la mise en œuvre des projets de renaturation des sols. Leurs missions de conseil et de pédagogie autour des évolutions urbaines, des exercices de planification territoriale, de la préparation de projets territoriaux intégrés, de la qualité paysagère et environnementale des aménagements, en font des acteurs de référence.

Quelques **centres de ressources** comprennent aussi des retours d'expériences et de la bibliographie sur la thématique de la renaturation des sols. Citons par exemple :

- Le centre de ressources génie écologique animé par l'OFB
- Le portail de la nature en ville animé par Plante & Cité
- Le centre de ressources sur l'adaptation au changement climatique animé par le Cerema et l'ONERC
- La plateforme expérimentations urbaines déployée par l'ADEME
- La plateforme expertises territoires animée par le CEREMA.

- En participant aux actions d'aménagement. La participation citoyenne peut permettre la réalisation d'actions de désartificialisation, notamment des actions de végétalisation à moindre coût. La ville de Paris a ainsi mis en place en 2019 un « permis de débitumer », qui, selon la même procédure que le « permis de végétaliser », autorise les Parisiens à demander le débitumage du trottoir pour végétaliser en pleine terre.

Le secteur associatif, s'il n'est pas un financeur direct dans la plupart des cas, peut accompagner la mise en œuvre d'opérations de désartificialisation des sols et s'avérer un appui précieux, même s'il est économiquement difficile d'estimer cet apport.

3.2.3 Les financements innovants : les émissions d'obligations vertes et les fonds verts

En essor depuis 2015 et la signature de l'Accord de Paris sur le Climat, les émissions d'obligations vertes permettent d'emprunter de l'argent à des taux plus faibles que les prêts bancaires et de financer des projets verts (énergies renouvelables, efficacité énergétique, gestion durable des déchets et de l'eau, exploitation durable des terres, transport propre et adaptation aux changements climatiques, etc.) (Ministère de la Transition Ecologique, 2021).

Quant aux fonds verts, il s'agit de fonds d'investissement qui investissent dans des entreprises dont l'activité offre un bénéfice environnemental. La ville de Paris a par exemple décidé en 2018 de se doter d'un fonds d'investissement pour

la transition écologique : « Paris Fonds Vert » (Ville de Paris, 2019). Ce fonds doit permettre à la municipalité de réaliser son objectif de neutralité carbone par une levée de fonds de 100 millions d'euros sur une cible de 200 millions d'euros majoritairement de la part d'investisseurs privés.

Ces financements innovants pourraient constituer une opportunité à terme pour financer des opérations de renaturation des sols.

3.2.4 Vers des paiements pour services environnementaux urbains ?

Les dispositifs de Paiements pour Services Environnementaux (PSE) permettent de rémunérer « *les usages du sol pour les services écosystémiques qu'ils produisent et de faire payer par les bénéficiaires de ces services* »⁽¹⁹⁾ Les PSE ont principalement été pensés pour les milieux ruraux, et sont aujourd'hui principalement utilisés dans le monde agricole. Il existe toutefois une forte demande pour des PSE en milieux urbains, ainsi qu'une valeur économique élevée pour les services écosystémiques en ville (Pech et Jegou, 2019).

Quatre types d'objectifs peuvent être associés aux PSE urbains (Richards et Thompson, 2019) :

- La maintenance (de l'état des services écosystémiques rendus),
- L'amélioration (d'un service écosystémique par des actions de restauration ou de création d'infrastructures vertes ou bleues) ;
- La compensation (face à la perturbation d'un service écosystémique causé par les activités de l'utilisateur)
- La philanthropie (de maintenance, d'amélioration ou de compensation au bénéfice d'une large part de la société).

Les PSE demeurent pourtant peu développés en ville car souvent basés sur une évolution des pratiques agricoles. Or, il pourrait être pertinent de réfléchir aux modalités pour des PSE en zone urbaine afin d'améliorer le bien-être en ville en instaurant des solutions fondées sur la nature visant à répondre aux principaux enjeux que sont les îlots de chaleur, les diverses pollutions et les problématiques liées à l'eau.

3.3 Des freins financiers à la renaturation des sols

En premier lieu, la réduction des ressources financières des collectivités est un frein conséquent à la réalisation de projets de renaturation. En effet, mettre en œuvre des actions de renaturation nécessite de disposer de ressources financières importantes, en raison des coûts de travaux. Si les ressources des collectivités diminuent, il sera difficile pour elles de s'engager dans des projets de renaturation. Avec la diminution de la Contribution Economique Territoriale actée par l'article 8 de la loi de finances pour 2021, ainsi que la disparition progressive de la taxe d'habitation, les moyens financiers des collectivités pourraient être réduits. De plus, la Loi Climat et Résilience encourage les collectivités à réviser de nombreux documents d'urbanisme alors que le montant accordé à celles-ci au titre de l'élaboration de ces documents n'a pas évolué depuis 2009.

Ensuite, les Etablissements Publics Fonciers (EPF) font également face au risque de diminution de leurs dotations. Ces établissements, qui assurent le portage foncier de nombreuses opérations et peuvent mettre en place des actions de renaturation pérennes ou temporaires. Jusqu'en 2019, les Etablissements Publics Fonciers avaient pour ressource principale le produit de la Taxe Spéciale d'Equipements (TSE). La réforme de la fiscalité locale a entraîné la baisse du produit de cette taxe (de 558,7 millions en 2020 à 391 millions d'euros en 2021). Bien que la loi de finances pour 2021 ait créé une dotation permettant de compenser cette baisse, si celle-ci n'était pas maintenue, cela affaiblirait les EPF dans leur rôle de garants de la maîtrise foncière publique.

Par ailleurs, l'ensemble des politiques qui conduisent à de la rétention immobilière tend à être défavorable à la mise en œuvre de projets de renaturation des sols. En effet, si les propriétés sont détenues longtemps par les mêmes personnes, les collectivités territoriales peuvent difficilement les acquérir et mener par exemple des projets de renaturation sur les parcelles concernées. Ce système va à l'encontre de la mutation des espaces, et donc de la densification comme de la renaturation.

Les entreprises privées pourraient également intégrer l'objectif ZAN dans leurs stratégies. En effet, si les acteurs du secteur privé se reposent uniquement sur l'intégration de l'objectif ZAN à la planification des collectivités territoriales, ils ne seront pas impliqués dans la mise en œuvre des objectifs réglementaires et pourraient rendre leur atteinte d'autant plus difficile. Les entreprises pourraient ainsi revoir le modèle du « *business as usual* »⁽²⁰⁾, sachant qu'une attention particulière devra alors être portée au risque de spéculation foncière (anticipation de sécurisation du foncier pour réaliser des actions de désartificialisation).

(19) Jean-François Le Coq (CIRAD) et Philippe Méral (IRD) (2013), « Les paiements pour services environnementaux », Serena, p.1.

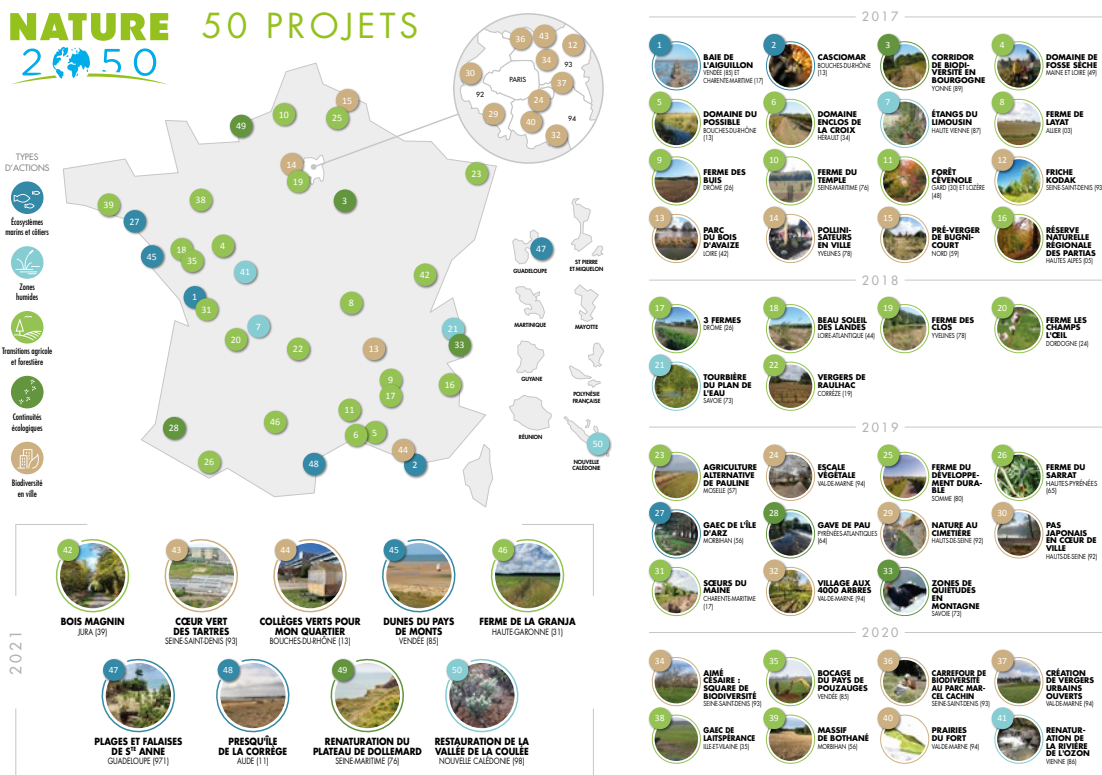
(20) Humanité&Biodiversité a publié en 2022, avec le soutien de l'Office français de la biodiversité, un guide sur le ZAN à destination des entreprises du secteur de l'immobilier et de la construction.

Zoom sur le programme NATURE 2050

CDC Biodiversité porte le programme Nature 2050, né de la volonté d'agir concrètement afin que les futures générations puissent vivre dans un environnement préservé, malgré les dérèglements climatiques. Ce programme, l'un des premiers à appliquer les recommandations de la COP 21, met en œuvre des actions basées sur la nature, aux résultats quantifiables, qui ont comme objectifs l'adaptation des territoires au changement climatique, ainsi que la restauration de la biodiversité.

Le programme est financé par des entreprises qui souhaitent volontairement et concrètement agir pour la nature, pour le bien des générations futures et qui veulent montrer à leurs clients et partenaires que l'environnement est un sujet important, dans lequel leur société s'implique. Pour 5€ reversés par les contributeurs au fonds Nature 2050, CDC Biodiversité s'engage à financer la restauration et l'adaptation aux dérèglements climatiques d'un m² de territoire. Les projets seront suivis jusqu'en 2050.

Le programme Nature 2050 accompagne et finance une grande diversité de projets de solutions fondées sur la nature. Parmi ces projets, Nature 2050 peut accompagner des actions de renaturation des sols.





Conclusion

Si des questions subsistent notamment sur le modèle économique de la renaturation des sols, ce qui est certain, c'est que l'objectif ZAN ne pourra pas être atteint sans elle.

Il est donc plus que nécessaire de planifier et d'identifier des sites potentiels qui pourraient être désartificialisés (Agape, 2022). Il ne s'agit pas ici uniquement de désimperméabiliser les surfaces, mais de retrouver les fonctions écologiques qui sont réalisées par des sols vivants et d'amplifier la mise en place de solutions fondées sur la nature⁽²¹⁾ pour améliorer notamment la résilience des zones urbaines (préservation de la biodiversité, meilleure gestion des eaux de pluie et du risque inondation, lutte contre les îlots de chaleur, cadre de vie et santé, etc).

La "neutralité écologique" consacrée à la fois par l'objectif ZAN et par celui du zéro perte nette de biodiversité et permise par la compensation pose toutefois question (Gonon, Suruun & Levrel, 2021). Non seulement parce qu'elle suppose possible l'échange d'unités écologiques qui auraient une valeur équivalente mais aussi parce que le coût prévisible de cette renaturation des sols risque de constituer une véritable dette écologique. "Si nous ne changeons pas radicalement la façon dont nous envisageons l'aménagement

du territoire, la renaturation des sols nécessaire au respect de l'objectif mentionné dans la loi Climat et résilience engendrera des coûts situés entre 154 milliards et 632 milliards d'euros pour les 10 ans à venir".

Il est ainsi crucial de dépasser une approche numérique « m^2 pour m^2 » et de favoriser une approche transversale de la renaturation des sols, en favorisant des projets pluridisciplinaires (écologues, pédologues, paysagistes, spécialistes de voirie et réseaux divers, etc). Il est aussi essentiel de mettre en place des solutions de financement pérennes pour ces projets. France Stratégie propose à cet égard notamment d'ajouter une composante « artificialisation » à la taxe d'aménagement afin de financer la renaturation des sols (Fosse, 2019) et d'enclencher enfin une refonte de la fiscalité de l'aménagement encore aujourd'hui trop encline à favoriser leur artificialisation (comité pour l'économie verte, 2019). En parallèle, l'allègement des charges fiscales pesant sur le foncier rural, en permettant de revaloriser sa valeur d'actif, serait aussi de nature à contribuer à un ralentissement de l'artificialisation des sols agricoles (Sainteny, 2018), ce qui demeure une priorité absolue pour la mise en œuvre de la séquence "éviter, réduire puis désartificialiser".

(21) Les solutions fondées sur la nature sont définies par l'UICN 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 ».

Bibliographie

ADEME, Sophie Ménard, Théo Mouton, David Magnier (CDC Biodiversité), Thomas Cormier, Jean Benet (L'Institut Paris Région). 2021. État de l'art analytique et contextualisé - Objectif « zéro artificialisation nette » (ZAN) et contribution de l'ADEME : état de l'art, ressources et plan d'actions. 136 p.

ADEME (2018). Faire la ville dense, durable et désirable : agir sur les formes urbaines pour répondre aux enjeux de l'étalement urbain, Collection) Experts +, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, 72p.

Admical. (2018, octobre). *Le mécénat d'entreprise en France—Baromètre Admical*. https://admical.org/sites/default/files/uploads/basedocu/etude_mecenat_dentreprise_en_france_2018_vf.pdf

AGAPE Lorraine Nord (juillet 2022). "La renaturation et la désartificialisation des sols, une stratégie à adopter pour les territoires dans la perspective du ZAN", MémO. https://www.agape-lorraineord.eu/uploads/tx_dklibrochures/20220720_memO_Renaturation_et_perspective_ZAN.pdf

Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse (2018). « Et si la rivière devenait un atout pour mon territoire : témoignages et exemples d'actions à l'attention des décideurs », étude et rapport. <https://www.gesteau.fr/document/et-si-la-riviere-redevenait-un-atout-pour-mon-territoire-temoignages-exemples-d%E2%80%99actions-met>

ASTEE (2020). « La réhabilitation des petites rivières urbaines : retours d'expériences sur des projets multi-bénéfiques », Groupe de travail Petites Rivières Urbaines, piloté par l'Astee sous la coordination de Gilles Warot. <https://www.astee.org/publications/la-rehabilitation-des-petites-rivieres-urbaines-retours-dexperiences-sur-des-projets-multi-benefices/>

Article L1112-1—Code de la commande publique—Légifrance. (s. d.). Consulté 20 juillet 2022, à l'adresse https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000037703272/

Articles 192 et 197—LOI n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets (1)—Légifrance. (2021, août 22). <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043956924>

Aubry S., Gaucherand S., Spiegelberger T. (2020). Pertinence écologique des Sites Naturels de Compensation. Proposition d'une feuille de route méthodologique pour évaluer la pertinence écologique des projets de SNC. Rapport Final. INRAE. 115 pages.

Banque des Territoires. (2021, février 22). *Lutte contre l'artificialisation des sols : Ce que contient le projet de loi Climat et Résilience*. Banque des Territoires. <https://www.banquedes-territoires.fr/lutte-contre-lartificialisation-des-sols-ce-que-contient-le-projet-de-loi-climat-et-resilience>

Barra M., Agence régionale de la biodiversité (novembre 2020), dossier sur les villes résilientes - revue Urbanisme n°417. <https://www.arb-idf.fr/nos-travaux/publications/villes-resilientes-reconcilier-urbanisme-et-nature-revue-urbanisme/>

Bigard C. (mars 2021), L'ambition « Double Zéro » ou comment ZAN et ZPN pourraient se conjuguer dans la planification territoriale, fonciers-en-débat. <https://fonciers-en-debat.com/lambition-double-zero-ou-comment-zan-et-zpn-pourraient-se-conjuguer-dans-la-planification-territoriale/>

Blanc, J.-B., Loïsier, A.-C., & Redon-Sarrazy, C. (2021). *Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires économiques sur l'objectif de zéro artificialisation nette à l'épreuve des territoires*. Sénat. <https://www.senat.fr/tap/r20-584/r20-5841.pdf>

Blanco E. & Clergeau P (juin 2022), « Projets urbains régénératifs : de l'idée à la méthode », Métropolitiques. <https://metropolitiques.eu/Projets-urbains-regeneratifs-de-l-idee-a-la-methode.html>

Boquet M. (2020). *L'artificialisation et ses déterminants d'après les fichiers fonciers. Période 2009-2018—Chiffres au 1er janvier 2018*. Cerema Hauts-de-France. <https://artificialisation.developpement-durable.gouv.fr/sites/artificialisation/files/fichiers/2020/06/tapport%20V3%20complet.pdf>

Branchu P, Marseille, F, Béchet B., Bessière J.-P., Boithias L, Du vigneau C., Genesco P, Keller C., Lambert M.-L., Laroche B., Le Guern C., Lemot A., Métois R., Moulin J., Néel C., Sheriff R. (2022). MUSE. Intégrer la multifonctionnalité dans les documents d'urbanisme. 184 pages

Bouteille A. (juin 2022). "Le long chemin vers une définition légale de l'artificialisation des sols... Un point final ?", fonciers-en-débat. <https://fonciers-en-debat.com/le-long-chemin-vers-une-definition-legale-de-lartificialisation-des-sols-un-point-final/>

CDC Biodiversité & Humanité&Bio-diversité (avril 2021). Mise en œuvre de l'objectif de Zéro artificialisation nette à l'échelle des territoires. Biodiv'2050. <https://www.mission-economie-biodiversite.com/wp-content/uploads/2021/04/BIODIV-2050-N21-FR-MD-WEB-3.pdf>

Cantuaris-Villessuzanne, C. (dir.), Audrain-Demey, G., Gillet, L., Guemar, C., Pineau, R., & Maleyre, I. (2021). Investissement immobilier et objectif « zéro artificialisation nette ». Groupe ESPI.

CAUE Isère et LPO (2016). Guide technique "biodiversité et paysage urbain". <http://www.biodiversiteetba-ti.fr/sommaire2.htm>

Cerema. (2022, mai 30). *Comment identifier un potentiel de renaturation à large échelle ?*

Comment identifier un potentiel de renaturation à large échelle? | Cerema

Cerema. (2021, mai). *Identification du potentiel de renaturation à l'échelle de l'unité urbaine parisienne—TOME 1*

2021_T1_etude renaturation Unité urbaine parisienne_CN_JA_GS (cerema.fr)

Chateau, L. (2022, juillet 12). Pourquoi réhabiliter des friches urbaines est moins coûteux qu'il n'y paraît. *The Conversation*. <http://theconversation.com/pourquoi-rehabiliter-des-friches-urbaines-est-moins-couteux-quit-ny-paraît-182101>

CGDD. (mai 2021). *Guide pour la mise en œuvre de l'évitement - Concilier environnement et aménagement du territoire*.

Guide_pour_la_mise_en_oeuvre_de_lévitement.pdf (ecologie.gouv.fr)

CGDD. (décembre 2019). *Trajectoires vers l'objectif "zéro artificialisation nette" - Eléments de méthode*.

Théma - Trajectoires vers l'objectif zéro artificialisation nette.pdf (ecologie.gouv.fr)

Cerema (2020), « Désimperméabilisation et renaturation des sols », Collection Expériences et pratiques, série de fiches en ligne. www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/desimpermeabilisation-renaturation-sols

Clergeau Philippe, dir. (2020), Le retour de la pleine terre en ville. La faisabilité de la réintroduction de la pleine terre en milieu urbain dense. Projet collectif de l'école urbaine de Sciences Po - Nexity, 94 p.

Cluseau Daniel (2018), La biodiversité du sol, les lombriciens et la trame brune, intervention à la journée d'échange du 15 mars 2018, 36 p. http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/Journee_echange/15_cluseau_tramebrune_tvbagroecologie15mars2018.pdf

Comité pour l'économie verte (2019), Les instruments incitatifs pour la maîtrise de l'artificialisation des sols, rapport du groupe de travail présidé par Anne-Catherine Loïsier, sénatrice de la Côte-d'Or et Anne-Laurence Petel, députée des Bouches-du-Rhône, 95 p. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Les%20instruments%20incitatifs%20pour%20la%20maîtrise%20de%20l%27artificialisation%20des%20sols.pdf>

De La Roussière O. (2022 janvier). VINCI Immobilier s'engage sur un objectif de Zéro Artificialisation Nette (ZAN) à l'horizon 2030, communiqué de presse. <https://www.vinci-immobilier-institutionnel.com/actualite/vinci-immobilier-sengage-objectif-de-zero-artificialisation-nette-zan-a-lhorizon-2030/>

Département de Loire-Atlantique (mars 2020). *Le dispositif renaturer pour soutenir des actions de désartificialisation des sols*, notice. https://www.loire-atlantique.fr/upload/docs/application/pdf/2020-08/notice_dispositif_renaturer.pdf

Département de la Savoie (2022), Règlement de l'appel à projets en faveur des espaces naturels, annexe. https://www.savoie.fr/upload/docs/application/pdf/2022-02/reglement_2022_aap_espaces_naturels.pdf

Desrousseaux M. (2022 août), Artificialiser, c'est dégrader, article dans fonciers-en-débat. <https://fonciers-en-debat.com/artificialiser-cest-degrader/>

Di Gregorio A. (2005). Land cover classification system: classification concepts and user manual: LCCS (software version 2). UN-FAO. Based on the original version 1 prepared by Di Gregorio A. and Jansen J.M.

Eau France. (s. d.). *Les inondations et les submersions marines*. Eaufrance. Consulté 22 juin 2022, à l'adresse <https://www.eaufrance.fr/les-inondations-et-les-submersions-marines>

Fédération nationale des agences d'urbanisme, dossier n°53 "repenser les écosystèmes par la planification : vers des solutions d'adaptation fondées sur la nature dans les documents d'urbanisme", juin 2022. <https://www.fnau.org/fr/publication/repenser-les-ecosystemes-par-la-planification-vers-des-solutions-dadaptation-fondees-sur-la-nature-dans-les-documents-durbanisme/>

France Stratégie, J. (2019). Objectif « Zéro Artificialisation Nette » : Quels leviers pour protéger les sols ? (p. 54) [Rapport au ministre de la Transition écologique et solidaire, au ministre de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales et au ministre chargé de la Ville et du logement]. France Stratégie. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-rapport-2019-artificialisation-juillet.pdf>

Fondation pour la Nature et l'homme, Guidoum R. (juin 2022). "Artificialisation des sols : état des lieux d'un défi complexe"

Fondation pour la recherche sur la biodiversité, Flégeau M. (2021), fiche Formes urbaines et biodiversité, un état des connaissances, 8 p.

Gis Sol – RMT Sols et Territoires (2018), L'information sur les sols en France : quels outils disponibles pour quelles utilisations ?, 34 p. <https://www.gissol.fr/publications/un-document-multimedia-te-moignant-des-multiples-utilisations-de-donnees-sols-4602>

Gonon M., Suron C., Levrel, H. (2021 octobre). Limiter l'artificialisation des sols pour éviter une dette écologique se chiffrant en dizaines de milliards d'euros, Article dans The Conversation. <https://theconversation.com/limiter-l-artificialisation-des-sols-pour-eviter-une-dette-ecologique-se-chiffrant-en-dizaines-de-milliards-deuros-166073>

Gouvernement. (2019, 29 juillet). *Instruction relative à l'engagement de l'État en faveur d'une gestion économe de l'espace.*

Instruction du Gouvernement du 29 juillet 2019 relative à l'engagement de l'État en faveur d'une gestion économe de l'espace. - Légifrance (legifrance.gouv.fr)

Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau. (2018). *Comparaison des coûts de différents scénarios de gestion des eaux pluviales.* http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/Eaux_pluviales_gestion_source_cout_sept18.pdf

Humanité et Biodiversité, Sandrine Bélier, Annabelle Prin-Cojan (Être et Avoir). 2022. Zéro Artificialisation nette du territoire - Comment le secteur de la construction et de l'immobilier peut-il s'engager ?

ICADE PROMOTION. (2022, mai 3). *Icade Promotion poursuit activement son développement avec 3 opérations significatives.* <https://www.icafe.fr/finance/information-reglementee/icafe-promotion-poursuit-activement-son-developpement-avec-3-operations-significatives.pdf>

Joimel, Gard, Vieublé Gonod et Cheny (2021 mai). « Le fonctionnement écologique des villes : et si on pensait aux sols ? », Métropolitiques. URL : <https://metropolitiques.eu/Le-fonctionnement-ecologique-des-villes-et-si-on-pensait-aux-sols.html>

La gazette des communes (2015, octobre 20). *Eaux pluviales : Gestion intégrée contre culture du tuyau.* <https://www.lagazettedescommunes.com/419338/eaux-pluviales-gestion-integree-contre-culture-du-tuyau/>

Le Foll B. & Miet D. (2013 mars). « Construire dans mon jardin et résoudre la crise du logement. Cinq idées-clés pour comprendre la filière BIMBY », Métropolitiques. <http://www.metropolitiques.eu/Construire-dans-mon-jardin-et.html>

LPO, Zucca Maxime (2020), plaquette « Zéro artificialisation nette. Conditions de mise en œuvre et opportunités pour le Plan de relance post Covid19. Les propositions de la LPO. », 12 p. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-35996-zan-lpo.pdf>

Ministère de la Transition écologique, Lory P. (2022), *Dispositif de mesure de l'artificialisation des sols – Mesurer l'artificialisation des sols pour atteindre le zéro artificialisation nette*, master class de l'agence d'urbanisme et d'aménagement Toulouse aire métropolitaine <https://www.aau-toulouse.org/replay%E2%80%AF-la-mesure-de-l-artificialisation-des-sols-selon-la-loi-climat-et-resilience/>

Ministère de la Transition Ecologique (2022, juin 17). *Projet de décret portant diverses mesures liées à l'évaluation environnementale et la compensation des projets.*

Projet décret évaluation environnementale et compensation de projets | vie-publique.fr

Ministère de la Transition Ecologique. (2021, décembre 2). *Les obligations vertes.* <https://www.ecologie.gouv.fr/obligations-vertes>

Ministère de la Transition écologique (2021), Guide pratique pour limiter l'artificialisation des sols, 134 p.

Ministère de la Transition Ecologique. (2021, novembre 22). *Lancement du premier plan national d'actions pour la gestion des eaux pluviales.* Ministères Écologie Énergie Territoires. <https://www.ecologie.gouv.fr/lancement-du-premier-plan-national-dactions-gestion-des-eaux-pluviales>

Monfort D. et Limasset E. avec la collaboration de Mossmann J.R., Bouzite M. et Gremont M. (2019). Etude des interactions entre fonctions du sol et stratégie foncière en contexte urbain dégradé Rapport final. BRGM/RP-68659-FR. 92 pages, 17 figures, 4 annexes

OFB (2020). *Les bonnes pratiques foncières : 1- s'implanter sur un territoire.* Entreprises engagées pour la nature. https://engagespourlanature.ofb.fr/sites/default/files/2020-07/Recueil%20bonnes%20pratiques_foncier-s%27implanter%20sur%20leterritoire_WEB_200720.pdf

OFB (2021), Désartificialisation, une nouvelle vie pour les sols. Synthèse de la journée d'échanges techniques organisée par le Centre de ressources Génie écologique de l'Office français de la biodiversité, le 5 novembre 2020, collection Les Rencontres n°77, 6 p.

OFB, Coffre-Vieillard Sylvie (2022), *Renaturation des sols : des solutions pour les territoires et la biodiversité*, Synthèse de la mission éditoriale confiée aux Éditions Buissonnières sur la désartificialisation, avril 2022, 52 p.

Néel C., Boithias L., Duplanil E., Duvalgneau C., Le Guern C., Métois R., Béchet B., Marseille F., Branchu P. (2022). Qualité des sols et urbanisme. Construire une méthodologie adaptée aux besoins des territoires et favoriser son appropriation, 112 pages.

Padilla B., Guillet F., Gelot S. (mai 2022). *Objectif ZAN : comment tenir les comptes ?*, Article de la revue "The Conversation". <https://theconversation.com/objectif-zan-comment-tenir-les-comptes-181731>

Pech, P. (2016). Renaturation. Hypérogéo.

Pech, M., & Jegou, K. (2019). *Mise en œuvre des Paiements pour Services Environnementaux : Utilités d'un questionnaire juridico-économique ?* (Working Paper SMART - LERECO, 19-2, p. 33 p.) [University works]. Inconnu. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02098703>

Richards, D. R., & Thompson, B. S. (2019). Urban ecosystems : A new frontier for payments for ecosystem services. *People and Nature*, 1(2), 249261. <https://doi.org/10.1002/pan3.20>

Réseau National des Aménageurs. (2020, novembre). *Comment limiter l'artificialisation des sols en soutenant les besoins de développement français sur l'ensemble de son maille territorial ? Cycle 2020 – 2021 : « L'aménageur au cœur d'injonctions contradictoires, comment résoudre l'équation ? »* http://www.reseanationalamenageurs.logement.gouv.fr/IMG/pdf/synthe_se_zan_vf.pdf

RECORD (2021), Outil de conception et de suivi de la réhabilitation écologique de sites dégradés intégrant les solutions fondées sur la nature. Exemples d'application en contexte urbain (rapport de l'association RECORDS n°19-1024/1A), 111 p.

Sainteny G. (2018 juillet), La fiscalité peut-elle contribuer à limiter l'artificialisation des sols ?, Annales des Mines.

Schwartz Christophe (2020), « Désartificialiser : enjeux et limites », interview dans la revue Espaces naturels n°72 de l'OFB.

Tavin A. et Leseur A. (2016), Végétaliser la ville : Pour quels bénéfices, avec quels financements, suivis et gouvernances des projets ? L'apport d'exemples européens et nord américains », 14CE. <https://www.i4ce.org/wp-content/uploads/2022/07/1125-14CE-Etude-Climat52-VegetaliserLesVilles-1.pdf>

UICN France (2012). Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France – volume 1 : contexte et enjeux. Paris, France. https://uicn.fr/wp-content/uploads/2016/09/Brochure_Panorama_des_services-voll.pdf

UPGE, Constancio L. (2021). *Regard d'expert de Romain Comas : "Résilience et renaturation, les nouveaux boosters de la compensation (et du génie écologique)".* <http://www.genie-ecologique.fr/regard-dexpert-de-romain-comas-resilience-et-renaturation-les-nouveaux-boosters-de-la-compensation-et-du-genie-ecologique/>

UPGE, De Roince C. et Redoulez T. (2021). « Comment promouvoir l'innovation au sein de la filière de génie écologique avec le PIA4 ? », Note de synthèse écrite par les membres du groupe de travail Recherche & développement http://www.genie-ecologique.fr/wp-content/uploads/2021/05/Note_RetD_PIA4_V3.pdf

V. Bottieau, B. Dawance, V. Defer, S. Demeulemeester, M. Georges, M. Grandjean, Y. Hanin, S. Hendrickx, J.-M. Lambotte, A. Leclercq, B. Le Fort, A. Legrand, M. Nouri, C. Ruelle, H. Van Ngoc, & P.-F. Willemotte. (2020). *Intensification et requalification des centralités pour lutter contre l'étalement urbain et la dépendance à la voiture.* (p. 68) [Rapport de recherche final]. Conférence Permanente du Développement Territorial. https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/rapport_scientifique_4.pdf

Ville de Paris. (2019, février 1). *Paris, une collectivité engagée dans la finance verte et durable.* <https://www.paris.fr/pages/une-finance-verte-et-responsable-5686>

Virely, B. (2017). *Artificialisation—De la mesure à l'action* (THEMA). Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer en charge des relations internationales sur le climat. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20Artificialisation.pdf>

Weissgerber, M., Roturier, S., Julliard, R., Guillet, F. (2019). *Biodiversity offsetting: Certainty of the net loss but uncertainty of the net gain.* *Biology Conservation*. - <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.06.036>

CDC BIODIVERSITÉ est une filiale de la Caisse des Dépôts entièrement dédiée à l'action en faveur de la biodiversité et à sa gestion pérenne. Elle intervient pour le compte de tout maître d'ouvrage, collectivité et entreprise, qui lui délègue le pilotage de leurs actions, volontaires ou réglementaires (compensation écologique), de restauration et de gestion d'espaces naturels.

Au sein de la Direction Recherche et Innovation (DRI), la Mission Economie de la Biodiversité (MEB) a pour objectif d'identifier, étudier et expérimenter des outils innovants liant économie et biodiversité. Au service de l'intérêt général, la MEB diffuse et partage ses travaux par l'intermédiaire de publications et communications variées (conférences, formations, colloques internationaux etc.) autour de thématiques transversales.

De 2012 à 2021 les travaux de la MEB ont été publiés au sein de deux collections (BIODIV'2050 et Cahiers de BIODIV'2050), depuis 2022 la MEB publie ses travaux au sein d'une seule collection unifiée, les « Dossiers de la MEB ». L'ensemble de ces travaux sont à retrouver sur le site internet de CDC Biodiversité.



Établissement public de l'État créé le 1^{er} janvier 2020, l'Office français de la biodiversité est placé sous la tutelle des ministères de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, et de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire.

Il a pour missions la surveillance, la préservation, la gestion et la restauration de la biodiversité terrestre, aquatique et marine, ainsi que la gestion équilibrée et durable de l'eau, dans l'Hexagone et en Outre-mer. Il est chargé de développer la connaissance scientifique et technique des espèces, des milieux et de leurs usages, de surveiller et de contrôler les atteintes à l'environnement, de gérer des espaces protégés, d'appuyer la mise en œuvre des politiques publiques, et de mobiliser l'ensemble de la société, acteurs socio-économiques comme citoyens.

Détails de la publication

DIRECTEURS DE PUBLICATION : MARC ABADIE
(CDC BIODIVERSITÉ), PIERRE DUBREUIL (OFFICE
FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ)

RÉDACTEURS EN CHEF : ANTOINE CADI (CDC BIODIVERSITÉ),
FRANCOIS GAUTHIEZ (OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ)

CONCEPTION ET COORDINATION : DAVID MAGNIER
(CDC BIODIVERSITÉ)

ÉTUDE RÉALISÉE PAR : KATHLEEN MONOD (OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ), JEAN CASTAING, VALENTINE NOREVE
(CDC BIODIVERSITÉ)

ÉTUDE DE LA MISSION ÉCONOMIE DE LA
BIODIVERSITÉ, FINANCÉE PAR LA BANQUE DES
TERRITOIRES DE LA CAISSE DES DÉPÔTS, ET DE L'OFFICE
FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

NOUS REMERCIONS CLÉMENCE BOURCET, ALAIN BRONDEAU,
CÉCILE CHAMPENOIS, MICHEL-FRANÇOIS DELANNOY,
STÉPHANE GARNAUD-CORBEL, STELLA GASS, THIERRY
GEOFFROY, CÉCILE GRAND, MORGANE GUÉRIN, ANNE-MARIE
ILTIS, ANNE-CÉCILE JACQUOT, GAËLLE JARDINIER, LUCIE
LABBOUZ, PEIO LAMBERT, ANNE LEFRANC, GUILLAUME
LEMOINE, MATHILDE LOURY, XAVIER MARIÉ, SOPHIE
MÉNARD ET ERIC SAPIN POUR LEURS CONTRIBUTIONS, LEURS
RELECTURES ATTENTIVES ET LEURS SUGGESTIONS.

ÉDITION : MISSION ÉCONOMIE DE LA BIODIVERSITÉ

GRAPHISME : JOSEPH ISIRDI – www.josephisirdi.fr

CONTACT : meh@cdc-biodiversite.fr

PHOTO DE COUVERTURE : © CDC Biodiversité - D.P Carr

CITATION DE L'OUVRAGE : CDC BIODIVERSITÉ ET OFFICE
FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ (2022), Renaturer les sols, des
solutions pour ménager les territoires. CASTAING J., MONOD K.,
NOREVE V., DOSSIER DE LA MEB N°42, MISSION ECONOMIE DE
LA BIODIVERSITE, PARIS, FRANCE, 60P

Mission Économie
de la Biodiversité

CDC Biodiversité

141 avenue de Clichy
75017 PARIS

Tél. +33 (0)1 76 21 75 00
www.mission-economie-biodiversite.com
www.cdc-biodiversite.fr

Office français de la biodiversité

12 Cours Lumière
94300 VINCENNES

Tél. +33 (0)1 45 14 36 00
www.ofb.gouv.fr





Les actions de renaturation des sols constituent aujourd'hui des solutions incontournables pour relever les défis climatiques et environnementaux, à travers les bénéfices qu'elles apportent aux territoires en matière de reconquête de la biodiversité, de gestion à la source des eaux pluviales, de lutte contre les îlots de chaleur ou encore de cadre de vie.

Elles posent toutefois des questions juridiques, techniques et financières auxquelles la Mission Economie de la Biodiversité, pilotée par CDC Biodiversité, et l'Office français de la biodiversité souhaitent, en associant leur expertise, apporter de premiers éléments de réponse.

Cette publication revient aussi sur le possible déploiement de stratégies territoriales de renaturation des sols et sur huit actions exemplaires : elles sont conduites par des acteurs différents, au sein d'écosystèmes variés et avec des usages finaux divers. Nous espérons qu'elles seront source d'inspiration.

MISSION
ÉCONOMIE
DE LA BIODIVERSITÉ

CDC BIODIVERSITÉ



LA MISSION ÉCONOMIE DE LA BIODIVERSITÉ
EST FINANCÉE PAR



BANQUE des
TERRITOIRES

