



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

RAPPORT
D'INCUBATION
2025

Lab'
2051

L'innovation pour lever les freins à la renaturation : repères pour aménager une ville biodiversitaire



Le Lab2051



2050 représente l'horizon de nos politiques publiques pour atteindre nos ambitions en faveur de la transition écologique des territoires, pour une France sobre, résiliente, inclusive et créatrice de valeurs. Le Lab2051 nous projette dans le monde d'après. Il s'adresse aux collectivités et aux aménageurs et vise à lever les obstacles à l'innovation urbaine pour favoriser le passage à l'échelle. Piloté par la sous-direction de l'aménagement durable du Ministère de la Transition écologique, le Lab2051 réunit tous les acteurs nécessaires à la résolution d'une problématique donnée : les services de l'État concernés par les réglementations, les différents niveaux de collectivités, les établissements publics locaux, les aménageurs publics et privés, les opérateurs de l'État, le monde académique, les entreprises...

Depuis 2023, il accompagne en particulier, au travers d'incubations de quelques mois, les programmes d'innovation Démonstrateurs de la ville durable (DVD) de France 2030 et Engagés pour la Qualité du Logement de Demain (EQLD).

Dispositif apprenant, le Lab2051 se déploie de manière à la fois agile et structurée, dans une posture "think tank - do tank", en apportant une expertise ciblée au service des composantes innovantes de chaque projet et sur une mise en réseau des acteurs publics, privés et des usagers à toutes les échelles : bâtiment, quartier, ville et territoire.

Thématiques incubées entre 2018 et 2025 : autoconsommation collective, construction bois, habitat modulaire et transitoire, BIM-CIM, utilisation du standard international ISO 37101, « IBA » en France, rénovation énergétique bâtiment basse consommation, bioclimatisme, nature en ville, communs et aménagement, mixité et réversibilité, économie circulaire dans l'aménagement, économie d'un aménagement durable.

Thématiques en cours d'incubation entre 2025 et 2026 : dilemmes de soutenabilité, inclusion dans l'espace public, prise en compte de la tonne de CO2 évitée dans l'économie de l'aménagement.

L'intégralité des travaux du Lab2051 est disponible sur le site du ministère : <https://www.ecologie.gouv.fr/lab2051>

Octobre 2025

Publié par la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), la Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages (DHUP), la sous-direction de l'aménagement durable (AD), le bureau des opérations d'aménagement (AD5), Tour Séquoia - 92055 Paris La Défense CEDEX

Directeur de la publication : Philippe MAZENC, Directeur général de l'aménagement, du logement et de la nature

Rédaction et coordination éditoriale : Dominique RENAUDET – Neoclide, François-Laurent TOUZAIN – 360

Conception graphique : agence giboulées

Merci à l'ensemble des participants aux ateliers qui ont contribué à la réalisation de ce rapport.

Sous la direction d'Isabelle MORITZ, adjointe à la cheffe du bureau villes et territoires durables

Contact : Lab2051@developpement-durable.gouv.fr

Merci à l'ensemble des participants aux ateliers qui ont contribué à la réalisation de ce rapport. Nous remercions plus particulièrement Aurélie DE DOMINGO, Céline RECKNAGEL, Peggy MARRENS, Cécile RODRIGUEZ, Manon MARTIN, Anne BLANCHART, Anne-Sophie LHERMET, Georgina ANDRE, Charles DARD, Alice LEJEUNE, Olivier DAMAS, Mira KATRANZHIEVA, Mehdi TEFFAHI, Cécile LE GUERN, Lise BOCHER, Pyrène LARREY-LASSALE, Tarik YAÏCHE, Aline BRACHET, Cécile GRAND et Mathieu QUELENNEC pour leurs précieuses contributions.

TABLE DES MATIERES

1	LE PROCESSUS D'INCUBATION DU LAB2051	7
1.1	La nature en ville, un sujet d'actualité et abondamment documenté.....	7
1.2	Comment les réflexions se sont-elles organisées ?	8
1.3	Les membres de l'incubation	10
1.4	Les sources d'inspiration	11
1.5	Le déroulé de l'incubation	11
1.6	Le contenu du livrable de restitution du cycle	14
2	COMMENT IDENTIFIER LES POTENTIALITES DE RENATURATION ?	17
2.1	S'inscrire dans les enjeux de la renaturation à l'échelle territoriale	19
2.2	Identifier et réaliser les études préalables nécessaires.....	22
2.3	Aider à la décision et évaluer : utiliser les indicateurs et les outils disponibles.....	27
3	COMMENT RECREER DES SOLS FERTILES ?	41
3.1	Mobiliser les techniques de refunctionalisation	44
3.2	Réemployer les terres.....	57
4	AVEC QUELS VEGETAUX RENATURER ?	65
4.1	Choisir les essences adaptées	65
4.2	Mobiliser les filières locales.....	70
5	COMMENT BIEN INTEGRER LA NATURE EN VILLE ?.....	73
5.1	Faire de la renaturation un déterminant de qualité urbaine et paysagère..	73
5.2	Impliquer les habitants et usagers dans les choix de renaturation	79
5.3	Engager les parties prenantes dans des modes de gestion différenciée et adaptée	83
6	PERSPECTIVES	89
6.1	Quelques messages clés et recommandations des participants	89
6.2	L'eau et la santé : deux enjeux intimement liés à la nature en ville	91
6.3	La répliquabilité de la renaturation face aux freins à lever	92
7	BOITE À OUTILS.....	95
7.1	Documents transversaux	95
7.2	Guides et méthodologies thématiques	96
7.3	Exemples d'outils d'aide à la décision et d'évaluation	99
8	BIBLIOGRAPHIE.....	101

PREAMBULE

Le développement des villes s'est organisé selon un modèle d'extension et de consommation d'espaces naturels qui s'accompagne d'une anthropisation et d'une intensification des fonctions urbaines, laissant peu de place à la nature. Mais depuis plusieurs années, les acteurs de l'aménagement ont pris conscience que l'artificialisation des milieux naturels et la perte de biodiversité constituent une menace majeure pour notre environnement. Dans le même temps, la demande sociétale d'intégration de la nature au sein des villes ne cesse de progresser. Les bénéfices du vivant sont mieux identifiés et compris, notamment pour lutter contre l'intensification des effets d'îlots de chaleur urbains liée au dérèglement climatique.

La renaturation devient donc un élément clé des grandes politiques d'aménagement mais aussi de la conception et la conduite des opérations d'aménagement. La réintroduction de la nature dans les villes est une réponse concrète et visible qui suscite ainsi un intérêt grandissant chez les acteurs de la fabrique de la ville (collectivités, aménageurs, maîtres d'œuvre, promoteurs...) où nombreux sont les projets qui portent une ambition affichée en matière de renaturation des espaces urbains, voire de rétablissement des services écosystémiques.

Pourquoi en faire une incubation du Lab2051 ?

On compte de nombreux projets cherchant à réintégrer la nature au sein des villes pour améliorer la durabilité de l'aménagement. Néanmoins, les décideurs comme les praticiens font encore état de questions ou de difficultés dans la généralisation d'initiatives pilotes et dans la mise en œuvre concrète de ces projets.

L'un des premiers enjeux soulevés concerne **la place à accorder à la nature** dans une ville où le foncier se fait de plus en plus rare et est l'objet d'intenses compétitions d'usages : comment identifier et évaluer précisément les potentiels de renaturation des espaces en contexte urbain dense ? Comment résoudre la tension entre, d'un côté, densité urbaine, conséquence de la sobriété foncière, et de l'autre, place de nature ?

Des **questions plus techniques** viennent également bousculer les pratiques traditionnelles de l'aménagement, requérant des expertises et des savoir-faire encore peu mobilisés au sein des collectivités et des aménageurs : avec quel type et quelle qualité de sol cette renaturation peut-elle s'envisager ? Quels végétaux et ingénierie écologique faut-il lui associer pour qu'elle s'adapte aux évolutions climatiques ? Comment mobiliser les différentes parties prenantes sur toutes les phases d'un projet de renaturation ?

Autant de questions qui ont nourri le cycle d'ateliers du Lab2051.

Enfin, le **modèle économique de la renaturation** reste un sujet de préoccupation central : il n'existe pas aujourd'hui de modèles de recettes financières valorisant les externalités positives générées par la renaturation en ville (bénéfices en matière de cadre de vie, de santé, de préservation des écosystèmes, etc.). Dans le cadre de cette incubation du Lab2051, il a été décidé de renvoyer l'examen de cette problématique délicate à d'autres travaux, notamment ceux traitant d'une manière plus générale du modèle économique de l'aménagement ; cette question fait également l'objet d'une fiche action dédiée du Plan Nature en Ville (voir présentation du Plan Nature en Ville § 1.1).

Partager et s'inspirer d'initiatives probantes et d'expérimentation à l'œuvre

Les participants du Lab2051 ont souhaité en explorer les enjeux de mise en œuvre et approfondir la réflexion permettant d'en faciliter l'appropriation par les différents acteurs de l'aménagement. L'objectif n'était pas de fournir des solutions définitives, mais plutôt :

- ☐ de verbaliser les principales questions que se posent ou devraient se poser les acteurs de l'aménagement sur le sujet de la renaturation, de manière pragmatique et du point de vue des praticiens,
- ☐ d'explorer les questionnements essentiels et de stimuler les débats autour des pratiques déjà à l'œuvre et pour certaines ayant fait leurs preuves,
- ☐ et d'en tirer des enseignements visant à inspirer d'autres porteurs de projets.

Sous l'impulsion d'initiatives innovantes portées par des lauréats DVD (« Démonstrateurs de la Ville Durable ») et EQLD (« Engagés pour la Qualité du Logement de Demain »), le Lab2051 s'est ainsi saisi du sujet et a lancé début 2023 un cycle d'ateliers visant à examiner les conditions de reproduction des solutions expérimentées et à identifier les éventuels freins à lever.

1 LE PROCESSUS D'INCUBATION DU LAB2051

1.1 La nature en ville, un sujet d'actualité et abondamment documenté

Le sujet de la nature en ville est loin d'être un sujet « angle mort » des politiques publiques actuelles. On notera par exemple :

- la loi dite « Climat et Résilience » de 2021 et en particulier l'objectif Zéro Artificialisation Nette (ZAN), qui définissent l'artificialisation des sols et s'accompagne d'un décret en 2023 précisant les zones préférentielles de renaturation qui peuvent être identifiées dans les documents d'urbanisme¹ ;
- la parution en 2023 de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité révisée et ses 40 mesures représentant l'ambition nationale en faveur de la biodiversité² ;
- la parution en 2025 du 3^{ème} Plan National d'Adaptation au Changement Climatique et sa mesure n° 13 visant à renaturer les villes pour améliorer leur résilience face au changement climatique³ ;
- la reconduite en 2025 du Fonds Vert et sa mesure de renaturation visant à soutenir et accélérer les efforts des collectivités pour apporter de la nature dans les espaces urbanisés⁴ ;
- la révision du Plan Nature en Ville et son lancement en septembre 2024 (voir encadré ci-après).

Le sujet est par ailleurs assez largement documenté. De nombreuses ressources, précieuses pour l'appropriation de la problématique et la mise en œuvre des projets, ont été identifiées dans le cadre de cette incubation du Lab2051, et dont une partie est fournie en partie 8 « Bibliographie ». On retrouvera également un nombre important de ces ressources sur le portail « Nature en Ville » opéré par l'association Plante & Cité : www.nature-en-ville.com

¹ <https://outil2amenagement.cerema.fr/outils/les-zones-preferentielles-pour-la-renaturation-zpr>

² <https://biodiversite.gouv.fr>

³ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/adaptation-france-changement-climatique>

⁴ <https://www.ecologie.gouv.fr/fonds-vert>

Résonnance avec le Plan Nature en ville

En parallèle de la conduite de l'incubation du Lab2051 sur la nature en ville, s'est engagée début 2024 la révision du Plan Nature en ville. Doté de 26 actions, le nouveau Plan a été lancé en septembre 2024 ; il ambitionne d'amplifier la dynamique engagée il y a près de 15 ans lors du Grenelle de l'environnement, pour lutter contre l'érosion de la biodiversité et contribuer à l'atténuation et à l'adaptation au dérèglement climatique dans nos villes.



L'ensemble du Plan est disponible ici : www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/plan-nature-en-ville

Le Plan est structuré autour de 4 axes ; l'axe 3 « *Maintenir et développer la nature en ville dans les projets d'aménagement* » fait particulièrement écho aux problématiques abordées lors du cycle d'ateliers du Lab2051.

De nombreuses actions prévues dans le Plan répondent à des besoins identifiés au sein du Lab2051 ou contribuent à étendre des pratiques vertueuses déjà observées localement. Différents encadrés du présent document permettront de rappeler ces actions et faire le lien avec les questionnements du Lab2051 et témoignages de projets.

L'arsenal réglementaire a également été renforcé au niveau européen pour encourager les projets de renaturation. Le règlement européen relatif à la restauration de la nature, adopté en août 2024, a pour objectif d'accélérer la restauration des écosystèmes et fixe des objectifs pour les écosystèmes urbains : stopper d'ici 2030 la perte nette d'espaces verts et de couvert arboré pour plus de 4000 communes denses et de densité intermédiaire (au sens INSEE), puis augmenter ces surfaces jusqu'à des seuils satisfaisants.

1.2 Comment les réflexions se sont-elles organisées ?

Le point de départ des réflexions du groupe de travail (voir constitution §1.3) s'est consolidé autour des questions verbalisées par les participants lors des échanges préliminaires avec un panel de porteurs de projets (étape de cadrage) et lors du premier atelier cycle.

Il est vite apparu qu'intégrer l'enjeu de la nature en ville dans l'aménagement et passer du concept aux solutions opérationnelles impliquait :

- de se questionner sur le potentiel et la mise en œuvre effective de **désimperméabilisation et de restauration des sols urbains** dans la conception des projets, en particulier en contexte urbain dense,
- de faire des choix sur **les ingrédients de la renaturation** les plus adaptés, permettant de réussir les projets dans la durée et de maximiser les gains écologiques (techniques d'ingénierie écologiques les plus adaptées en fonction des contextes, capacité des filières du végétal à répondre aux besoins),
- mais aussi de tenter d'en évaluer concrètement **les bénéfices** pour l'opération, le quartier et la ville (adaptation aux effets du changement climatique, préservation et restauration de la biodiversité urbaine par les trames vertes, bleues, brunes..., qualité du cadre de vie, santé et bien-être, sensibilisation, production agricole et horticole, etc.); ce qui revient à s'interroger sur la création de valeur assurée à l'échelle urbaine par le rétablissement des services écosystémiques, dans une stratégie globale de renaturation.

Au-delà de ces questions, les membres du groupe de travail ont pointé la nécessité :

- d'apporter des réponses (vis-à-vis des élus, des populations) aux injonctions perçues comme contradictoires, notamment entre la nécessité d'intensifier les usages et fonctions des villes d'un côté, et les aspirations des populations pour une nature plus présente en ville de l'autre ;
- de faire en sorte que chacun puisse s'approprier les enjeux, concepts et vocables (notion de nature, vivant, végétal, paysage, biodiversité, compensation, services écosystémiques, solutions fondées sur la nature, etc.) qui sont diversement partagés par les différents acteurs.

Assez vite, les échanges des ateliers ont mis en évidence 3 axes de problématiques à développer et dont la prise en compte relève d'un changement de paradigme important dans les pratiques de l'aménagement et la mise en œuvre des opérations :

- un axe relatif au **sol**
- un axe relatif au **végétal**
- un axe sur **les enjeux d'une bonne intégration de la nature en ville.**

Les discussions en ateliers et retours d'expérience se sont donc concentrés sur ces 3 axes, qui structurent le présent document.

Nature en ville, cycle de l'eau et santé

Bien que les enjeux de l'eau soient très liés à ceux de la renaturation, il a été décidé dans le cadre de cette incubation de ne pas les développer. Ce choix a été dicté par la nécessité de hiérarchiser les priorités des réflexions collectives sur des questions jugées plus nouvelles pour les aménageurs, notamment autour du sol et du végétal, sans risquer ainsi de diluer la démarche du Lab en abordant un périmètre trop vaste.

Pour autant, l'importance croissante des problématiques liées à l'eau dans les dynamiques d'aménagement, qu'il s'agisse de gestion des eaux pluviales, de désimperméabilisation ou de résilience des territoires face au changement climatique, justifierait pleinement une incubation dédiée à cette thématique. Une telle démarche permettrait d'explorer de manière approfondie les interactions entre cycle de l'eau et aménagement, déjà très documentées, tout en identifiant les complémentarités avec les travaux déjà engagés autour de la renaturation.

De la même manière, le lien entre nature en ville et santé n'a pu qu'être effleuré au cours de cette incubation, alors que l'UFS (urbanisme favorable à la santé) fait l'objet d'un intérêt grandissant.

On se référera toutefois au chapitre 6.2 du présent document qui propose quelques enseignements génériques et invite à des approfondissements tant sur le sujet de l'eau que celui de la santé.

1.3 Les membres de l'incubation

Aux côtés du Ministère de la Transition écologique (DGALN / DHUP / sous-direction de l'aménagement durable et sous-direction de la construction / AD4) et de son groupement AMO (Neoclide / 360 / Giboulées), ont participé aux ateliers de 2023/2025 :

- **Collectivités** : Métropole Aix-Marseille Provence, Ville de Nanterre, Bordeaux Métropole, Sicoval, commune de Saint-Paul-Lès-Romans, Communauté d'agglomération La Rochelle, Territoire de l'Ouest ;
- **Aménageurs** : Nantes Métropole Aménagement, SPL de Nanterre, EPA Bordeaux Euratlantique, SPL Grand Ouest, Paris la Défense, Sadev 94, EPA Alzette-Belval, EPA Nice Ecovallée, Aquitanis, EPA Euroméditerranée, La Fabrique de Bordeaux Métropole, SEM Amiens Aménagement, EPA Saint-Étienne, Territoires Rennes, Groupe SERL ;
- **Experts** : Cluster Eau Milieux Sols, ESTP, Conseil français des Urbanistes, Nobatek INEF4, Groupe Keran, Atelier Raisonné, Suez Consulting, Agence AME, Co'mone, BRGM, Sol Paysage, Urbalia, Maison de l'architecture de Guyane, Agence d'urbanisme Oise-les-Vallées, Charles Dard Paysagiste, EODD-Sol&Co ;
- **Opérateurs, services de l'Etat** : DGALN/DHUP, DGALN/DEB, Caisse des Dépôts, GIP EPAU, PUCA, GIP ÉcoCité, ADEME, CEREMA, CSTB.

Parmi l'ensemble de ces participants, on retrouve de nombreux lauréats du programme Démonstrateurs de la Ville Durable (DVD) de France 2030 : lors de la

première phase de maturation, 23 des 39 lauréats du programme proposaient en effet des projets porteurs d'ambitions en matière de nature en ville.

1.4 Les sources d'inspiration

Le cycle d'ateliers a été l'occasion de mettre en avant des témoignages précieux sur des études de cas, des projets en situation ou encore des travaux académiques.

Il s'est tout particulièrement nourri des études menées dans le cadre de la première phase du programme DVD, opéré par la Banque des Territoires. Ce sont en effet une **quinzaine de projets DVD** qui se sont trouvés réunis au sein du cycle d'ateliers du Lab2051 pour partager leurs retours d'expériences. Si la plupart sont cités dans la suite de ce document pour mettre en avant des pratiques inspirantes, on notera notamment 3 DVD particulièrement en pointe dans leurs réflexions et dont le vécu irrigue de nombreux passages de ce livrable :

- le projet DVD Pirmil-Les Isles (Nantes Métropole, Nantes Métropole Aménagement),
- le projet DVD Bongraine (Communauté d'Agglomération de la Rochelle, Aquitanis),
- le projet DVD Parc Méridia (EPA Nice Ecovallée, Métropole Nice côte d'Azur).

1.5 Le déroulé de l'incubation

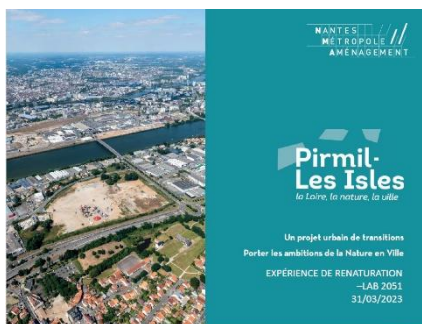
Cette incubation du Lab'2051 s'est déroulée sous la forme d'un cycle de **7 ateliers participatifs** abordant les différentes problématiques identifiées dans le cadre de démarches de renaturation.

Format type d'un atelier :

- Environ 2h par atelier.
- Interventions (retours d'expériences, paroles d'experts, présentation d'outils...).
- Échanges collectifs autour des problématiques identifiées.
- Temps d'intelligence collective, s'appuyant sur l'utilisation d'outils d'interaction en ligne.

1 – LE PROCESSUS D'INCUBATION DU LAB2051 CYCLE NATURE EN VILLE

1^{er} atelier : 31 janvier 2023



Présentation du retour d'expérience de renaturation du projet Démonstrateur de la Ville Durable Pirmil-Les Isles (Nantes Métropole Aménagement)

2^{ème} atelier : 7 avril 2023



Présentation du retour d'expérience de l'opération de refertilisation et renaturation dans le cadre du projet Démonstrateur de la Ville Durable ZAC Bongraine (Aquitanis)

3^{ème} atelier : 14 juin 2023 (en présentiel à Rennes à l'occasion des rencontres nationales des Démonstrateurs de la Ville Durable, organisé en partenariat avec la Banque des Territoires)



Visite de l'ÉcoQuartier de La Courrouze sur le thème de la nature



Présentation du projet DésiVille par le BRGM

1 – LE PROCESSUS D'INCUBATION DU LAB2051 CYCLE NATURE EN VILLE

4^{ème} atelier : 19 septembre 2023



Présentation des enjeux de renaturation et gestion des terres du projet de Démonstrateur de la Ville Durable Penser la ville incertaine et imprévisible (SEM Amiens Aménagement)

5^{ème} atelier : 6 décembre 2023 – présentation d'outils d'aide à la décision pour la prise en compte de la nature en ville dans les projets d'aménagement



Mimosa (NOBATEK/INEF4)



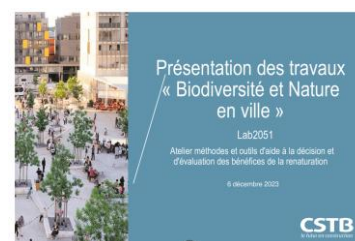
Mésange (Suez consulting)



Biodi(V)strict
(AgroParisTech/Urbalia)



Sésame (Cerema)



Panel des méthodes du CSTB sur les thèmes de la biodiversité et de la nature en ville



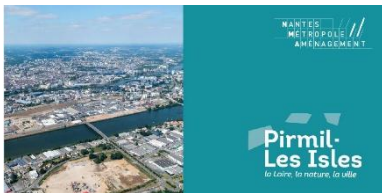
Méthodologies d'évaluation pour la restauration des sols de l'ADEME

6^{ème} atelier : 30 janvier 2024



Présentation du Plan Nature en Ville (DGALN)

7^{ème} atelier : 5 février 2025 – Retour sur deux projets “fils rouges” et réflexions croisées sur la restitution des travaux



Retour sur les avancées du projet
DVD Pirmil-Les Isles (Nantes
Métropole Aménagement)



[Retour sur les avancées du projet DVD Bongraine \(Aquitanis\)](#)



Présentation du projet de livrable

1.6 Le contenu du livrable de restitution du cycle

Dépasser le "pourquoi" et rendre compte du "comment"

→ Le premier objectif de ce livrable de restitution est de fournir une **synthèse des échanges** qui ont jalonné l'ensemble du cycle d'ateliers, en les illustrant de différentes **misés en situation concrètes** ; il s'agit d'insister sur des thématiques qui aujourd'hui restent insuffisamment appréhendées par les acteurs de l'aménagement, notamment les questions de la fertilisation des sols, de gestion des terres ou encore d'adaptation de la filière du végétal aux besoins des opérations d'aménagement.

→ Le deuxième objectif est de rendre compte du **vécu des praticiens** dans le passage à la mise en œuvre des principes de renaturation lors d'une opération

d'aménagement, pour les phases d'études, de réalisation ou d'exploitation.

Retracer cet échange de pratiques « pair à pair » est qualifié par les participants du Lab2051 comme un puissant gage d'appropriation par les autres praticiens qui liront ce livrable. Les éléments abordés ici offrent un cadre d'analyse permettant non seulement d'anticiper les obstacles potentiels mais aussi d'identifier les solutions de mise en œuvre possibles.

→ Le troisième objectif est de s'intéresser à la **dimension innovante** des projets, en documentant les méthodologies et procédés qui ont pu être préfigurés ou expérimentés, notamment au travers de dispositifs comme celui des DVD.

→ Le dernier objectif est de souligner, sans être exhaustif, les besoins d'approfondissements, les questionnements non réglés et les aspects nécessitant une attention particulière, aussi bien de la part des acteurs de la chaîne de l'aménagement que des acteurs des politiques publiques locales et nationales.

— L'organisation du livrable

Pour ce faire, la suite de ce livrable est organisée de la manière suivante :

→ La partie 2 s'intéresse aux **étapes initiales d'une réflexion sur la renaturation**, dans une logique « *par quel bout prendre le sujet ?* »

→ Les parties 3, 4 et 5 abordent les 3 axes thématiques principaux abordés dans le cadre de cette incubation :

- partie 3 : l'axe portant sur les questions relatives au **sol** prises sous les deux angles de problématiques suivants :
 - la refonctionnalisation des sols
 - la gestion circulaire des terres excavées
- partie 4 : l'axe portant sur les questions relatives au **végétal** prises sous les deux angles de problématiques suivants :
 - le choix des essences adaptées au projet
 - la mobilisation des filières de production locales
- partie 5 : l'axe portant sur les questions **d'intégration de la nature en ville**, sous l'angle de :
 - la contribution de la renaturation à qualité des espaces publics, avec une dimension particulière de conciliation entre enjeux écologiques et qualité paysagère
 - l'implication des habitants dans la conception et la réalisation des projets

- l'engagement des parties prenantes dans des modes de gestion différenciée et adaptée.

Chacune de ces parties rappelle les principales étapes à suivre dans un projet d'aménagement intégrant la renaturation. Ces étapes sont illustrées par des exemples tirés des retours d'expérience des projets et innovations partagées lors des ateliers, par des études pertinentes et répliquables ainsi que par des outils pratiques d'aide à la réflexion et à la conception, à mobiliser dans ce type de projets. Il ne s'agit pas ici d'un guide méthodologique pas à pas, mais plutôt d'un référentiel de bonnes questions à se poser, sans viser l'exhaustivité de situations et des questions.

- La partie 6 vise à livrer des **perspectives** tirées de l'ensemble de ce cycle ; elle s'adresse autant aux praticiens qu'aux décideurs locaux et nationaux, avec l'ambition de fournir des clés pour accélérer la montée en compétences des acteurs et la réplication des pratiques innovantes dans les projets.
- La partie 7 propose une **sélection bibliographique** de document d'appui à la compréhension et à la mise en œuvre de la renaturation dans les projets. Notons que le lecteur pourra également se reporter au **centre de ressources Plante & Cité**, disponible via [ce lien](#).
- La partie 8 décrit les **documents mis en partage** lors du cycle d'ateliers et qui sont annexés au présent livrable. Il s'agit de documents transversaux, de guides et méthodologies pour les différents enjeux de la renaturation et d'exemples d'outils d'aide à la décision et d'évaluation ayant fait l'objet de présentation lors des ateliers.

2 COMMENT IDENTIFIER LES POTENTIALITES DE RENATURATION ?

Quelle définition pour la renaturation ?

Si les ateliers du Lab2051 ne se sont pas attardés sur les questions de définition, il est utile de préciser ici que le terme « **renaturation** » renvoie à des acceptions sensiblement différentes entre celle du code de l'urbanisme et celle du code de l'environnement (et celles issues de l'usage des différents praticiens) :

Selon le code de l'urbanisme, la renaturation est définie par l'article L101-2-1 issu de la Loi Climat et Résilience⁵, qui indique que « *la renaturation d'un sol, ou désartificialisation, consiste en des actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé* ». Dans ce cas, la renaturation a une portée juridique, dans le sens où des objectifs précis peuvent être prescrits dans les documents d'urbanisme et opposables aux pétitionnaires de demandes d'autorisation en matière d'aménagement et de construction. Pour le porteur d'une opération d'aménagement, cela signifie possiblement la nécessité de se conformer aux exigences des règlements des documents d'urbanisme, notamment par la conformité aux coefficients de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables (voir § 2.3).

Selon le code de l'environnement, il n'existe pas une définition précise de la renaturation mais la notion est introduite dans l'article L163-1-A relatif aux dispositifs de restauration écologique, notamment les sites naturels de compensation, de restauration et de renaturation (SNCRR)⁶. Selon cette acception, c'est la qualité écologique des actions qui va être appréciée (y compris au travers des mesures de gestion des sites dans le temps long) : la renaturation vise un "gain écologique" mesurable (en termes de continuités écologiques, d'habitats et de biodiversité) pour compenser ou améliorer l'état des milieux naturels, sans se limiter à la seule désartificialisation des sols au sens strict.

La notion est souvent adossée au volet « compensation » de la séquence "éviter, réduire, compenser" (ERC) qui est une démarche d'action préventive et de correction des risques d'atteintes à l'environnement (au sens large) ou à un enjeu ou un espace en particulier (ex : la biodiversité, l'économie agricole, une forêt de protection...). Cette séquence se met en œuvre en priorité à la source, autrement dit : avant la réalisation du projet ou la mise en œuvre du document de planification qui est la source de ces risques. Elle suppose :

- ☐ prioritairement, d'éviter les atteintes prévisibles à l'environnement ou à l'enjeu ou espace concerné (mesures d'évitement),
- ☐ à défaut de pouvoir éviter certaines de ces atteintes, d'en réduire la portée (mesures de réduction),
- ☐ et en dernier recours, de compenser les atteintes qui n'ont pu être ni évitées ni réduites (mesures de compensation).

⁵ https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000043967077

⁶ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/sites-naturels-compensation-restauration-renaturation>

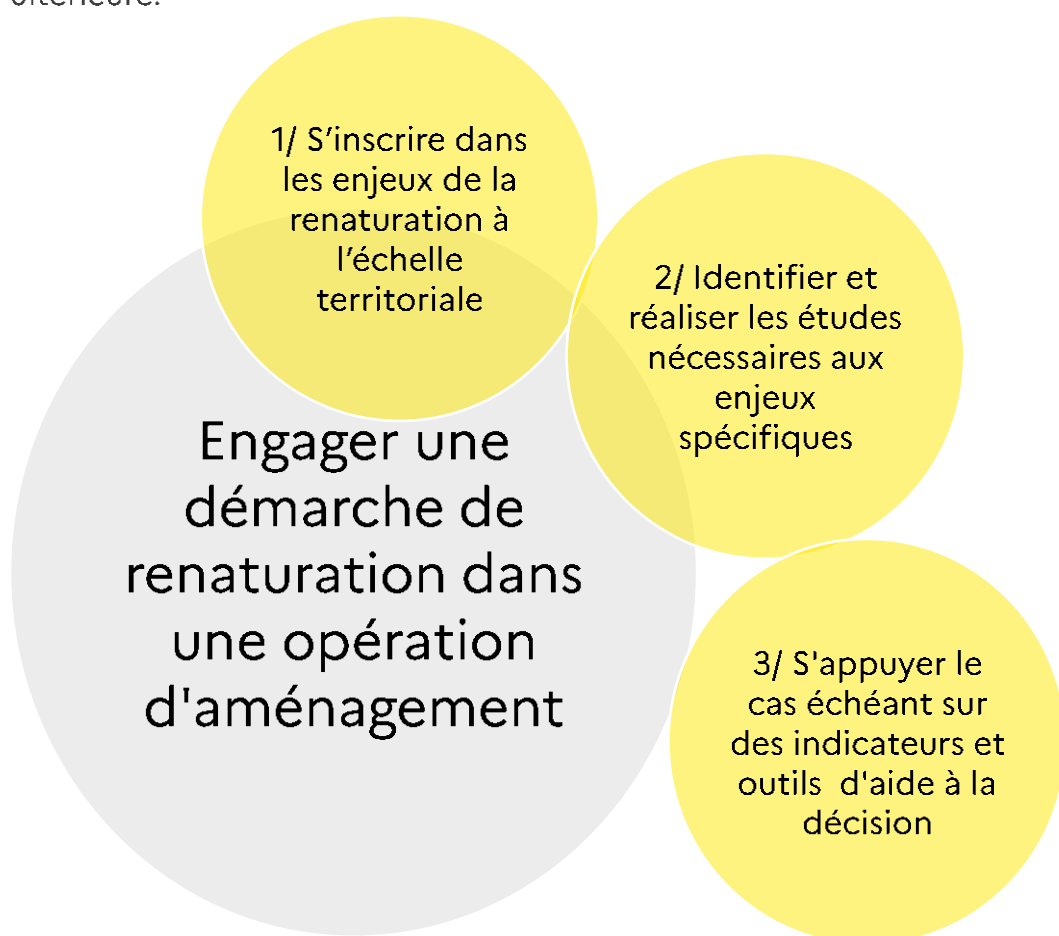
2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

La séquence ERC fait partie intégrante de nombreux processus d'analyse des incidences et d'autorisations⁷.

Quelle acception dans le cadre des réflexions du Lab2051 ?

Les échanges du cycle d'ateliers du Lab2051 ont surtout cherché à mettre en avant la portée opérationnelle des questions de renaturation. Néanmoins, il est apparu important pour les acteurs de l'aménagement de bien comprendre dans quel contexte réglementaire leurs actions s'inscrivent (au sens du code de l'urbanisme) et de pouvoir évaluer les bénéfices réels de ces actions au-delà des exigences réglementaires.

La renaturation des espaces urbains et périurbains est un processus complexe qui requiert pour les acteurs de l'aménagement une réflexion préalable, des outils d'analyse appropriés et une collaboration étroite entre de multiples parties prenantes. Cela nécessite d'intégrer « l'enjeu renaturation » (biodiversité, qualité des sols, réglementation, etc.) le plus en amont possible des projets. Les échanges du Lab2051 permettent de formuler plusieurs recommandations à l'attention des porteurs de projets pour que ceux-ci puissent mieux identifier et appréhender l'ensemble des enjeux de la renaturation au sein d'une opération (opportunités, écueils, prérequis, contraintes...) et de ce fait mieux préparer la mise en œuvre ultérieure.



⁷ <https://outil2amenagement.cerema.fr/outils/la-sequence-eviter-reduire-compenser-erc>

Remarque

Dans la mesure où ils concernent davantage la genèse d'un projet que sa mise en œuvre concrète, les éléments fournis dans cette partie 2 n'ont pas de caractère exhaustif ni ne prétendent couvrir l'ensemble des questions devant être abordées en amont d'un projet de renaturation.

Ils sont néanmoins la traduction de retours d'expérience et de questionnements abordés en ateliers par les participants du Lab2051 et sont abondés de quelques éléments de contexte et bibliographiques.

Pour aller plus loin, on pourra s'appuyer sur une documentation abondante, notamment aux travers des productions fournies par la DGALN, l'OFB, le Cerema, le PUCA, le centre de ressources Plante & Cité ou encore le Plan Nature en Ville (régulièrement cités dans les paragraphes qui suivent et en annexe bibliographique).

2.1 S'inscrire dans les enjeux de la renaturation à l'échelle territoriale

Avant d'engager ses études et son opération, il est important pour l'aménageur de pouvoir considérer les contraintes et objectifs de renaturation de ladite opération dans une échelle plus large, allant du quartier au grand territoire, et dépassant le cadre immédiat d'un projet. Il en va de la conformité réglementaire comme de l'efficacité et de la cohérence des actions à engager. Il s'agit de comprendre et prendre en compte les enjeux complexes et interdépendants - de renaturation notamment - qui composent un projet d'aménagement et la manière dont ceux-ci s'inscrivent à l'échelle territoriale (par exemple : corridors écologiques qui facilitent la mobilité de la faune, problématiques de gestion eaux pluviales à l'échelle du bassin-versant...).

— S'appuyer sur les documents d'urbanisme, schémas directeurs et autres documents d'orientation

La prise de connaissance de ces documents est indispensable car :

- ☐ ils fournissent des prescriptions et réglementent,
- ☐ ils dressent des états des lieux, notamment sur les études et bases des données disponibles concernant le sol, la biodiversité, l'eau (par exemple : inventaires faune/flore, Atlas de biodiversité communale, etc.),

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

- ils identifient les secteurs à enjeux, permettant de bien comprendre les stratégies écologiques à une échelle supra locale, notamment sur les aspects fonciers et en matière de préservation de la biodiversité.

Ces documents permettent également au porteur de projet de mesurer le niveau d'ambition du territoire et le cas échéant de mobiliser les acteurs engagés ou à engager pour la réussite du projet (élus, associations, filières locales, porteurs d'opérations exemplaires, etc.).

À l'inverse, cette prise de connaissance peut également révéler les manques et permettre au porteur de projet d'interpeller la puissance publique locale dans ce cas.

Identifier les dispositions d'ordre réglementaire et les marges de manœuvre

Parmi les documents évoqués ci-dessus, les documents d'urbanisme, tels que les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU), les Plans Locaux d'Urbanisme Intercommunaux (PLUI), ainsi que les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), jouent un rôle clé dans l'orientation de l'aménagement du territoire, de la parcelle jusqu'au bassin de vie. Ils offrent une vision d'ensemble des dynamiques territoriales, permettent de définir des grandes priorités et servent de cadre pour les décisions d'aménagement.

Etude de la Fédération nationale des SCoT : « Renaturer : principes et méthodologie » (2024)

Cette étude permet d'explorer la manière de concevoir et d'intégrer la renaturation dans les nouvelles trajectoires territoriales. Elle présente un éventail de pistes de réflexion visant à adapter, avec subtilité, la stratégie écologique territoriale à la réalité spécifique de chaque territoire.

L'étude donne des clés pour introduire des ZPR (zones préférentielles pour la renaturation) dans les SCoT.

Elle étude est téléchargeable en cliquant sur [ce lien](#).



L'exemple du SCoT du SYBARVAL : intégration des enjeux de renaturation et de biodiversité en tenant compte de la réalité de la pression anthropique

Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) du SYBARVAL (Syndicat du Bassin d'Arcachon et du Val de l'Eyre) s'est penché sur la priorisation des secteurs à préserver, en complément des actions portées par d'autres acteurs du territoire, notamment le Parc Naturel Régional (PNR) et le Parc Naturel Marin, qui mènent déjà un travail de conservation important. Il a ainsi pu définir des zones préférentielles de renaturation, couvrant environ 5 % du territoire du SCoT, soit près de 7 500 ha.

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

L'approche menée a croisé la trame verte et bleue et le gradient de pression des activités humaines, qui permet de qualifier l'intensité des usages dans différentes zones du territoire (urbaines, naturelles, agricoles et forestières). En parallèle, une prospective des zones à urbaniser a été réalisée pour anticiper l'impact de futurs développements sur les espaces naturels.

<https://www.sybarval.fr>

Au-delà de leur portée juridique régissant les autorisations d'occupation du sol, les documents d'urbanisme sont par exemple susceptibles de définir :

- des règles de limitation de l'imperméabilisation (par exemple par le biais de coefficients de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables, voir § 2.3) ;
- et des orientations d'aménagement et de programmation (OAP) relatives à la mise en valeur des continuités écologiques, rendues obligatoires dans les futurs PLU par la Loi Climat et Résilience de 2021 (aussi appelées « OPA trames verte et bleue » ou « OAP TVB »).

Pour aller plus loin sur les OAP Continuités écologiques : Complémentarité entre OAP et règlement

« L'organisation des dispositions à l'intérieur d'une OAP est à la libre appréciation de la commune ou de l'intercommunalité, en fonction du contexte et des besoins locaux. Elles peuvent ainsi se composer de principes d'aménagement écrits, mais aussi comporter des schémas, des croquis, des plans de coupe... permettant une spatialisation des intentions de projet, mais aussi de préciser et/ou d'illustrer certains principes. Cette liberté de forme garantit une meilleure stabilité du document d'urbanisme ».

Extrait de la note technique n°2 du centre de ressources Trames vertes et bleues « Intégrer la Trame verte et bleue dans les Orientations d'aménagement et de programmation » : https://www.nature-en-ville.com/sites/nature-en-ville/files/document/2023-11/note_technique_cdr_tvb_n2_oap_tvb%5B1%5D.pdf

À titre d'exemple, on peut citer l'OAP Environnement du PLUi d'Est Ensemble qui dispose spécifiquement d'un volet "renaturation" particulièrement intéressant dans la mesure où il définit des zones préférentielles de renaturation, ajoute des emplacements réservés pour espaces verts, développe des composantes trame noire, paysage, trame brune, et liste des projets d'espaces verts structurants (<https://www.est-ensemble.fr/plui-approuve> - modification du PLUi en date du mois juin 2025).

Qu'en dit le Plan Nature en ville ?

→ Action 2.2.2 : Mobiliser les outils de planification urbaine pour renforcer la place de la trame verte et bleue (TVB) en milieu urbain et préserver la fonctionnalité des sols

L'objectif de cette action est de promouvoir la préservation des trames verte et bleue à travers les documents de planification. L'action consiste d'une part à capitaliser les bonnes pratiques en termes d'intégration des orientations d'aménagement et de programmation des trames verte et bleue dans les PLU(i) ; d'autre part à rédiger des fiches pratiques à disposition des collectivités. En parallèle, un

travail sur l'intégration et la prise en compte des points de ruptures issus des schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) et des schémas (directeurs) d'aménagement et gestion de l'eau (SAGE/SDAGE) sera mené. A ce sujet, on notera les publications de travaux récents menés conjointement par l'OFB, le Cerema et la DGALN (voir §2.3).

→ **Action 2.3.1 : Encourager et outiller les collectivités dans l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies territoriales de préservation et de renaturation**

Sur la base d'un diagnostic de l'existant, du potentiel de renaturation et des enjeux de densification, cette action vise à appuyer les collectivités pour l'identification dans leurs stratégies territoriales des secteurs à préserver ainsi que des secteurs potentiels de renaturation ou de désimperméabilisation préférentielle.

→ **Action 1.1.1 : Valoriser le rôle des Atlas de la Biodiversité Communale (ABC) dans la planification urbaine**

Couvrant déjà plus de 3600 communes, le dispositif des ABC permet de mieux connaître la biodiversité en milieu urbain et d'agir en faveur de sa protection et de sa restauration en recueillant des données d'observation d'espèces et d'habitats, en cartographiant les enjeux de biodiversité et en définissant un plan d'actions.

Cette action vise à poursuivre le déploiement des ABC en valorisant leur rôle dans les démarches de planification territoriale, afin notamment de mieux intégrer les enjeux liés à la nature en ville et d'en partager la connaissance avec les habitants. Dans le cadre de cette action, des ressources seront mises à disposition des acteurs des territoires sur les liens entre ABC et documents d'urbanisme.

2.2 Identifier et réaliser les études préalables nécessaires

Intégrer la renaturation dans un projet d'aménagement nécessite pour les parties prenantes de ce projet (décideurs, concepteurs, opérateurs...) de renforcer leur connaissance des contraintes et potentialités qui conditionnent la réussite de cette renaturation.

Si pour un certain nombre d'entre elles ces études sont désormais bien intégrées dans les process de conception d'une opération, notamment pour répondre aux exigences du code de l'environnement, elles ne répondent pas pleinement aux besoins et se cantonnent régulièrement à une approche « palliative » des effets de l'opération sur la biodiversité. Les acteurs de l'aménagement doivent donc prendre conscience que ces études ne sont bien souvent pas suffisantes et intégrer à leur logiciel de nouvelles considérations :

- **Aborder les études « de la renaturation » le plus en amont possible** : à l'heure actuelle et dans la plupart des projets, la connaissance satisfaisante des enjeux écologiques spécifiques et des potentiels de renaturation est acquise à contretemps, c'est-à-dire à un stade où les principales caractéristiques du projet sont fixées et où les possibilités de renaturation sont moins convaincantes voire purement cosmétiques. Les expertises mobilisées sont souvent sous-utilisées par les aménageurs, par manque de temps et

d'anticipation des besoins. Il est donc important de remonter l'ensemble des réflexions sur la renaturation en phase amont du projet et lancer les études ad hoc dans le bon timing.

○ Développer une vision plus intégrée :

- les études d'inventaires écologiques ou les études liées au cycle de l'eau sont bien connues des aménageurs, mais la connaissance des caractéristiques des sols et de leurs fonctionnalités reste encore souvent un angle mort de projets. À ce titre, on renvoie le lecteur à la partie 3 du présent rapport, dédiée à la question des sols.
- Il est également nécessaire d'avoir une double approche dans la conduite des études : à la fois transversale, pour éviter le morcellement et l'empilement des études, et ciblée, pour identifier les questions clés qui vont être spécifiques à chaque projet (ex : terres, cycle de l'eau, etc.). Cela passe par la recherche des ressources disponibles concernant le site d'étude, des états des lieux documentés, à la fois sur les volets physiques (sol, biodiversité, paysage, eau, climat, etc.) et les volets de mise en œuvre du projet (réglementation, usages, modes de gestion, etc.).

○ Anticiper les conditions et effets du projet sur le temps long : l'analyse des potentialités et de la faisabilité de la renaturation ne doit pas s'envisager uniquement à l'instant t. Elle doit tenir compte des évolutions futures du site, de la forme urbaine et des usages, et surtout des évolutions climatiques, impactant les sols et la végétation.

— Aborder les études « de la renaturation » et engager une démarche de diagnostic le plus en amont possible des projets

À titre d'exemple, l'Etablissement Paris La Défense s'est doté d'un vade-mecum pour l'aménagement des espaces publics – Nature en ville. Son objectif : garantir le niveau d'ambition environnementale et de qualité de tous les projets portés par l'établissement.

Focus sur le vade-mecum pour l'aménagement des espaces publics – Nature en ville de Paris La Défense

Ce vade-mecum propose des éclairages et bonnes pratiques pour intégrer les thématiques de la nature en ville aux différentes phases du projet d'aménagement. In fine, il encourage à adopter une prise en compte systématique et à bon niveau de la nature dans tous les projets. Pensé initialement comme un outil interne, ce document est également communiqué à des tiers, notamment pour clarifier le mode opératoire de l'aménageur et préciser le rôle attendu de chaque acteur, mais aussi pour guider sur les phases de recours aux différents diagnostics et sur les éléments à ne pas oublier.

L'extrait ci-dessous illustre en particulier les apports du vade-mecum au moment des études de conception, permettant aux équipes projet de se poser les questions clés pour intégrer l'enjeu de

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

renaturation et « prévoir une place suffisante et cohérente pour les espaces de nature dans les futurs espaces publics ».

Ce vade-mecum est disponible en annexe A1.

ETUDES DE CONCEPTION

La connaissance des espèces et des habitats présents sur le périmètre de projet est un prérequis à leur intégration dans le Plan Nature de PLD.

Les diagnostics permettent de les identifier et de les localiser sur le périmètre et aux abords du projet. À partir de ces diagnostics, les principaux enjeux de biodiversité existants ou potentiels peuvent être intégrés dès la conception des aménagements.

Actions à mener	Mise en œuvre
Réaliser un diagnostic flash, sur 1 journée ensoleillée, entre le printemps et l'été	Données à recueillir : <ul style="list-style-type: none"> ▪ habitats écologiques ▪ flore et multi-groupes faunistiques (hors chiroptères) ▪ flore exotique envahissante
Réaliser une carte des habitats écologiques en place, localiser si possible les espèces patrimoniales, dégager les enjeux de biodiversité et indiquer les orientations pour valoriser ou préserver la nature	Critères à suivre : <ul style="list-style-type: none"> ▪ proximité avec une continuité écologique ▪ présence d'un site naturel remarquable ou d'un espace protégé au PLU ▪ présence d'un habitat rare sur le territoire type mare ou zone humide. ▪ présence d'une espèce symbole ou parapluie.
Mettre en perspective les enjeux de biodiversité et les programmes d'aménagement prévus pour parfaire les objectifs.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifier des lieux calmes ▪ Valoriser les sols (perméabilité, matériaux...) ▪ Développer une végétation plus locale...
Intégrer les cartes des enjeux et des orientations dans les DCE du projet	Partager ces enjeux avec les équipes de MOE
Réaliser une « étude d'incidence » rapide du projet sur la biodiversité locale	Superposer les plans projet et les cartes d'enjeux pour : <ul style="list-style-type: none"> ▪ localiser les changements de nature de sol et d'espaces verts impactés ▪ évaluer les effets des réseaux ou de points lumineux ▪ améliorer la qualité des habitats écologiques

Figure 1 : Extrait du vade-mecum pour l'aménagement des espaces publics – Nature en ville © Paris-La Défense

Adopter une vision intégrée pour déceler les particularités d'un projet et y apporter des réponses adaptées

Prendre le temps de l'analyse et se doter d'une vision intégrée des enjeux permet d'identifier les singularités techniques, économiques et réglementaires du projet qui vont conditionner la renaturation, chaque projet s'exprimant dans un contexte qui lui est spécifique.

Avec l'exemple de l'opération Micheville portée par l'EPA Alzette-Belval, l'encadré qui suit illustre comment un aménageur s'est saisi de cette problématique et comment il a fait évoluer son approche au travers d'une démarche d'innovation et d'expérimentation, et ce dans le cadre des études soutenues par le programme DVD (Démonstrateur de la Ville Durable).

Focus retour d'expérience - étude de renaturation de la « Plateforme haute » de Micheville – Démonstrateur de la Ville Durable, EPA Alzette Belval

L'opération du site de Micheville (Villerupt, en Meurthe-et-Moselle) est un bon exemple des enjeux de renaturation rencontrés dans des secteurs périurbains et sur des fonciers présentant de fortes contraintes (nombreux remblais, sols parfois pollués...). Ancienne friche industrielle d'envergure s'étendant sur plus de 300 hectares, le site porte aujourd'hui un projet de renouvellement urbain emblématique de l'Opération d'Intérêt National avec une forte ambition en matière de nature en ville (250 hectares de nature correspondant à l'emplacement des anciennes mines à ciel ouvert de l'usine).

Les réflexions portées par les équipes projets de l'EPA dans le cadre de la démarche DVD sont parties de plusieurs constats :

- ☐ L'expérience passée de l'aménagement de la « plateforme basse » de Micheville a montré une faible disponibilité in situ de terre végétale et de grandes difficultés à mobiliser de la terre végétale de provenance extérieure au site dans des conditions économiques acceptables (forte dépendance à un nombre réduit d'entreprises locales, coûts très élevés...).
- ☐ Les premiers arbres plantés en guise de compensation ont subi une forte mortalité (essences non adaptées au climat local, ni au sol en présence).

Le programme DVD a permis de penser autrement la suite de l'opération, notamment à un moment où il s'agissait d'engager la reprise du plan guide datant de 2019 de la « plateforme haute » pour intégrer de nouveaux enjeux programmatiques.

Compte tenu des objectifs importants de plantations, l'enjeu était notamment d'identifier les contraintes du site et les ressources disponibles de terres végétales, et d'adapter ainsi l'approche générale de la maîtrise d'œuvre. Cela a été l'occasion de mettre sur pied une étude originale par l'ambition qu'elle porte (un extrait du cahier des charges est présenté ci-après et une version complète est fournie en annexe B1).

Structurée autour d'objectifs précis (restauration des sols vivants, réemploi des matériaux locaux, l'utilisation d'espèces végétales locales), cette étude a d'abord permis de dresser un diagnostic poussé et transverse de l'existant du site et de formuler des préconisations de compléments d'études pour une connaissance parfaite du contexte local et des spécificités du site : sondages agropédologiques, analyse des sols, étude de l'écoulement des eaux, etc. (complété par des relevés topographiques et une étude faune/flore réalisés dans le cadre d'études ad hoc).

Elle a notamment révélé des contraintes pouvant impacter l'effort de renaturation : forte présence de remblais dans les sols, substrats de piètre qualité, pollutions... Mais elle a aussi permis :

- ☐ de tester la récupération de couches de sols issues de secteurs avec terrassements assez fins, pour les réutiliser en substrat de plantation, directement ou mélangés ;
- ☐ d'envisager un travail de classifications des pollutions et des textures pour savoir ce qui peut être réutilisé ou non ;
- ☐ d'envisager des tests de plantation d'arbres et d'arbustes (différentes essences, différentes épaisseurs de terres végétales) ;
- ☐ d'analyser les conditions pour favoriser l'implantation d'une flore spontanée.

Au travers de cette approche, le but est de revoir la façon de penser la conception de l'aménagement de la « plateforme haute » et d'adapter le cahier des charges imposé à la maîtrise d'œuvre afin d'encourager une approche de réutilisation des matériaux du site. Mais l'étude montre

également qu'il n'est en fait pas possible de penser le projet par le seul angle de la renaturation : cette dernière doit s'inscrire dans la réalité du site et des ambitions programmatiques du projet.

Extrait du cahier des charges de l'étude de renaturation de la « Plateforme haute » de Micheville – Démonstrateur de la Ville Durable, EPA Alzette Belval

L'exercice de rédaction du cahier des charges de l'étude est en soi un moyen pour l'aménageur pour bien clarifier ses attentes. Il permet également de bien cadrer les prestations que le prestataires devra fournir et les questions auxquelles il devra répondre.

L'objectif de l'étude est multiple :

- Favoriser la (re)constitution de sols vivants, véritables réservoirs naturels de carbone, et permettre les conditions d'un renforcement de la biodiversité.
- Disposer de terre susceptible d'être utilisée comme terre végétale pour l'aménagement du site de Micheville et en particulier les futurs aménagements paysagers de la plateforme haute dans une logique de limitation des mouvements de déblais/remblais sur site et d'apports de matériaux extérieurs.
- Disposer d'espèces végétales susceptibles d'être utilisées dans le cadre des opérations d'aménagement de l'EPA (par le biais, par exemple, d'une pépinière sur site comportant des essences adéquates), afin de limiter le recours à des fournisseurs éloignés.
- Identifier le potentiel de recyclage et/ou de réemploi des matériaux du site.
- S'inscrire dans le développement d'une économie circulaire à l'échelle du territoire de l'OIN en associant les partenaires de l'EPA : CCPHVA, collectivités, entreprises, pôles de compétitivité, dispositifs d'insertion professionnelle, etc.

Figure 2 : Extrait du CCTP pour « L'étude de définition et expérimentation d'un projet de renaturation de la plateforme haute du site de Micheville » © EPA Alzette-Belval

Ce CCTP est fourni à titre d'exemple en annexe B1.


Anticiper : comprendre et intégrer les besoins d'adaptation aux climats futurs

À titre d'exemple, dans le cadre du projet DVD du parc d'activités du Rivel, la Communauté d'agglomération du Sicoval s'est interrogée sur les conditions d'adaptation au changement climatique de la palette végétale et des techniques de plantation mobilisées dans l'opération.

Focus sur l'étude d'adaptation au changement climatique de palette végétale et des techniques de plantation - DVD de la communauté d'agglomération du SICOVAL

L'originalité de l'approche consiste à intégrer l'enjeu d'adaptation au changement climatique très tôt dans la réflexion, dès les phases amont du projet d'aménagement, pour éviter de proposer des essences qui ne supporteraient pas les impacts du climat futur et ainsi prendre en compte les essences conseillées par les experts dans la conception du projet.

L'étude, dont une présentation synthétique est disponible en annexe C2, est organisée autour de 3 parties :

-  une étude des essences les plus adaptées au changement climatique, en prenant en compte le contexte du projet, résultant notamment de la préconisation d'échantillonnages de sol à la parcelle.

- un benchmark de solutions applicables au projet du parc d'activités du Rivel : techniques de plantations et d'entretien, outils d'aide à la décision pour accompagner la collectivité et les porteurs de projet, services écosystémiques attendus, avec 3 entrées principales : sol, eau et stratégie végétale.

- Un tableur / base de données dont les principes sont exposés au § 4.1 (choix des essences adaptées), qui permet d'aider dans le choix des essences par une grille d'analyse multicritère.

Le Sicoval conseille aux collectivités ou toute personne qui souhaite utiliser ce type de démarche de se rapprocher de professionnels car celle-ci demande une véritable expertise technique pour la réussite des plantations.

2.3 Aider à la décision et évaluer : utiliser les indicateurs et les outils disponibles

→ Quels sont les enjeux pour les collectivités et les aménageurs d'utiliser des bases de données, indicateurs et outils d'aides à la décision pour mettre en œuvre la renaturation ?

Au-delà des informations habituelles que manipulent les acteurs de l'aménagement, notamment autour du bilan d'aménagement et des études réglementaires, de programmation, de maîtrise d'œuvre urbaine..., il s'avère utile pour ces acteurs de se familiariser avec l'usage de bases de données, d'indicateurs et d'outils d'aide à la décision pour rendre compte des impacts du projet sur le sol et la biodiversité, et réciproquement, de ceux de la renaturation sur le projet.

Cette acculturation est indispensable pour que les acteurs de l'aménagement aient recours directement à ces outils, ou à défaut, qu'ils sachent les prescrire et les faire utiliser par des experts pour cibler, prioriser et suivre les projets de renaturation.

Un des ateliers du cycle du Lab2051 a été dédié à ce sujet. Notons également qu'une des actions du Plan Nature en Ville est consacrée à la cartographie des outils d'aide à la décision de la nature en ville.

→ Pour quels besoins recourir à ces indicateurs et outils ?

- Pour un enjeu de connaissance (cf. 2.1), notamment pour objectiver les secteurs où la renaturation apportera le plus de bénéfices (îlots de chaleur, ruissellement, déficit en espaces verts, continuités écologiques). Pour les collectivités et les aménageurs, l'intérêt est de disposer de données suffisamment fines, à jour et si possible interopérables pour identifier les secteurs prioritaires et les potentiels de renaturation à différentes échelles (quartier, commune, intercommunalité, grand territoire).

- Pour un enjeu de hiérarchisation et d'arbitrage, selon différents critères ; le défi est notamment de pouvoir intégrer des critères relatifs aux services rendus par la nature (externalités positives en matière de santé, traitement des inégalités, bien-être...) et qu'ils pèsent dans les décisions (choix de sites, choix de techniques, impact sur la densité des projets, impact de choix programmatiques, etc...). La difficulté réside alors dans la capacité à rendre compte de la complexité des interactions entre différents critères et à bien expliciter les choix de pondération, les critères retenus et les incertitudes associées aux différents indicateurs utilisés.
- Pour un enjeu de pilotage (avec par exemple la possibilité de scénariser différents types d'interventions et d'en proposer des analyses comparatives) et de suivi (par des indicateurs agrégés permettant d'évaluer au cours du projet et une fois les opérations livrées les respects des objectifs fixés initialement).

Pour les acteurs de l'aménagement, ces « données de la renaturation » représentent un autre défi : bien souvent perçues comme nouvelles pour le métier, elles viennent télescoper les informations et bases de données connues, dont la maîtrise est éventuellement répartie dans différents services (nécessité par exemple de faire évoluer les SIG et tableaux de bord utilisés) et elles requièrent de nouvelles compétences à intégrer dans les équipes.

→ Les enseignements tirés des échanges du Lab2051

- Les échanges du Lab2051 ont par ailleurs montré qu'il existe aujourd'hui de nombreux outils d'aide à la décision visant à faciliter des projets de renaturation à l'ingénierie complexe. Mais les porteurs de projets expriment une vraie difficulté pour les identifier, les utiliser et définir précisément leurs champs d'application et leurs limites, les légitimer et disposer de données fiables pour les mettre en œuvre. Notons que le Plan Nature en Ville aborde justement ces problématiques au travers d'une action dédiée.
- Les outils disponibles sont très variables dans leurs périmètres fonctionnels, les échelles couvertes et les objectifs recherchés :
 - Echelles parcelle, îlot, ville, territoire.
 - Temporalités différentes (notamment planification vs urbanisme opérationnel).
 - Evaluation des impacts du projet sur la biodiversité vs approche orientée services écosystémiques / solutions fondées sur la nature.
 - Approche très transversale et multicritère vs approche très ciblée sur un paramètre, un enjeu...
 - Nombreux de ces outils visent à « modéliser » le vivant , ce qui est complexe, encore plus lorsqu'il s'agit d'évaluer les interactions avec

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

l'action d'aménagement et de l'entretien des espaces de nature, tandis que d'autres de ces outils sont plutôt du registre de la méthode et des bonnes pratiques, certains proposant des exemples de solutions répliquables.

- Les outils apparaissent comme peu interopérables aujourd'hui et la plupart d'entre eux sont considérés comme étant assez peu accessibles et plutôt réservés à l'usage d'experts.
- Il est encore difficile de représenter toute la complexité des interactions qui lient les différents paramètres de la renaturation, c'est pourquoi certains outils sont encore en phase de développement, s'appuient sur des travaux académiques en cours ou à venir, doivent être mis à l'épreuve du terrain...

Au final, bien qu'il soit indispensable pour les acteurs de l'aménagement de se saisir de ces indicateurs et outils, ils doivent le faire de manière éclairée en ayant conscience de leur portée et de leurs limites, et en aucun cas les utiliser en mode « presse-bouton ».

Dans les paragraphes qui suivent, sont listés sans être exhaustifs quelques indicateurs de référence et un panel d'outils donnant à voir les possibilités d'usage en aménagement.

Les indicateurs et données pour l'analyse des projets

→ Les coefficients de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables

Il s'agit des indicateurs parmi les plus connus des acteurs de la planification et de l'aménagement. On retrouve parmi ces indicateurs, le coefficient de pleine terre (CPT) et le coefficient de biotope surfacique (CBS).

Imposant une nouvelle étape dans la lutte contre l'artificialisation des sols et dans ce souci constant de concilier intensification urbaine et préservation de la nature en ville, la loi Climat et Résilience a d'ailleurs rendu obligatoire l'introduction de ces coefficients dans les PLU de collectivités d'une certaine taille. C'est ce qui est rappelé et développé dans l'étude menée par la DGALN, l'OFB et le CEREMA sur les coefficients de surfaces non imperméabilisées ou éco-aménageables, dont les livrables sont disponibles



2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

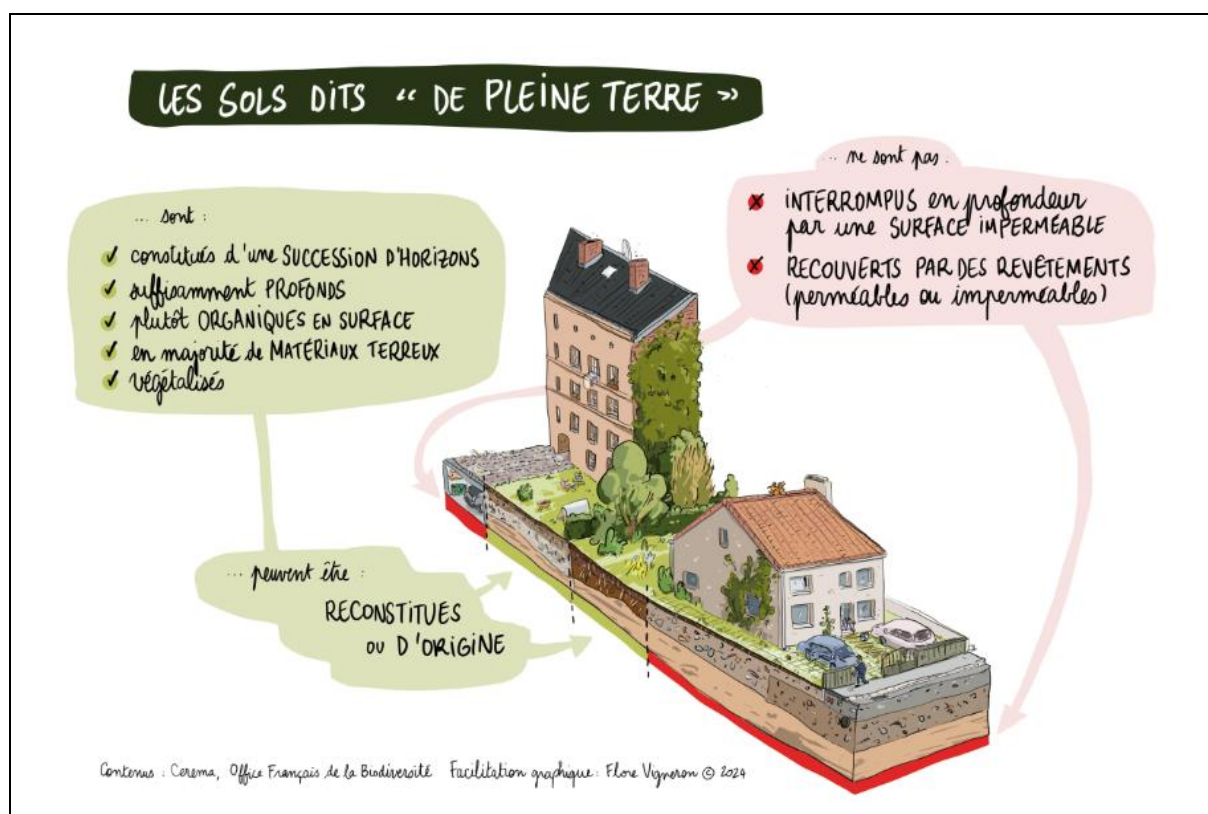
en suivant [ce lien](#) (voir aussi références en bas de page⁸).

Ces indicateurs permettent ainsi aux aménageurs d'identifier des enjeux concernant la nature et d'évaluer les potentiels de leurs projets. Dans le cas où les réglementations locales et les plans d'urbanisme imposent des objectifs minimaux, ces objectifs vont s'imposer aux opérations. Il est important pour les aménageurs de disposer d'une vision claire de ces indicateurs et des méthodes de calcul employés, notamment parce que les règlements des documents d'urbanisme peuvent être amenés à combiner les deux.

La Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports d'Île-de-France (DRIEAT) a publié en septembre 2025 une fiche de synthèse⁹ très utile pour l'appropriation des notions.

→ Le coefficient de pleine terre

Le coefficient de pleine terre (CPT) est l'un de ces coefficients les plus connus des aménageurs : il traduit simplement la proportion entre la surface en pleine terre (c'est-à-dire en continuité avec la terre naturelle, disponible au développement de la flore et de la faune) et la surface de l'unité foncière du projet.



⁸ <https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/605798/le-coefficient-de-pleine-terre-un-outil-de-planification-au-service-de-la-transition-ecologique-des->

⁹ https://www.drieat.ile-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fiche_plu_pleine_terre_vfinale.pdf

Les sols de pleine terre – Flore Vigneron © 2024 - illustration issue de l'étude menée par la DGALN, l'OFB et le CEREMA

→ Le coefficient de biotope surfacique

Focus sur le CBS et le CBSH, présenté lors du cycle d'ateliers

Le CBS (coefficient de biotope surfacique) est un indicateur quantitatif destiné à évaluer le potentiel de biodiversité d'un site, en mesurant la proportion des surfaces favorables à la biodiversité par rapport à la surface totale d'une parcelle. Utilisé principalement pour caractériser l'occupation du sol dans les projets d'aménagement, le CBS attribue un coefficient de pondération à chaque typologie de surface, puis calcule un score global en fonction de la superficie totale du projet. Le CBS permet d'évaluer la qualité environnementale d'une parcelle, d'un îlot, d'un quartier ou d'un territoire plus vaste, et se distingue par sa capacité à être adapté à différents objectifs, tels que la gestion des eaux, la biodiversité, le microclimat ou le bien-être en ville.

Le calcul du CBS s'utilise dans 2 situations :

- Pour une évaluation avant et après projet, afin de déterminer si l'aménagement a dégradé, maintenu ou amélioré le potentiel biodiversitaire du site ;
- Pour fixer des seuils minimums pour chaque milieu, permettant de mettre au défi les opérations d'aménagement.

Pour garantir une évaluation cohérente à l'échelle nationale et locale, le besoin d'harmoniser les pratiques a conduit à la création du CBSH (coefficient de biotope surfacique harmonisé) dans le cadre des travaux du GT Biodiversité de Cap 2030 (cadre commun de référence pour les bâtiments de demain et d'après-demain - <https://www.planbatimentdurable.developpement-durable.gouv.fr/gt-biodiversite-a1638.html>). Ce dernier repose sur une nomenclature de typologies d'occupation des sols réparties en cinq grandes catégories :

- Les emprises au sol des bâtiments (notamment les toitures),
- La voirie (imperméable, perméable ou semi-perméable),
- Les espaces verts sur dalle,
- Les espaces verts en pleine terre,
- Et les masses d'eau.

Grâce à cette harmonisation, le CBSH permet d'attribuer une note globale au projet qui facilite la comparaison et l'évaluation des impacts sur la biodiversité dans différents contextes territoriaux.

Batiments			Coefficient de capacité d'accueil	Description / Définition
Toitures classiques			0	Toiture gravier, métallique, en tuile, en asphalte, etc.
Toitures végétalisées	Extensif - (- de 8 cm de substrat)	1 unique strate végétale : sédums	<u>0,1*</u>	Les épaisseurs proposées correspondent aux épaisseurs de substrat seule, hors couche Les sédums correspondent à des plantes grasses à faible développement racinaire Les herbacées correspondent à des plantes non ligneuses, dont le cycle de vie est généralement court (graminées, trèfles, asters, etc.) Les arbustes correspondent à des plantes ligneuses dont la hauteur est inférieure à 7 m (lavande, romarin, chèvrefeuille, charme, sauge, aubépine, etc.) Les arbres correspondent à des plantes ligneuses dont la hauteur est supérieure à 7 m (érables, tilleuls, platanes, érable, marronniers, sophoras, etc.)
		1 unique strate végétale : herbacées	0,2	
	Extensif + (de 9 à 12 cm de substrat)	Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes	0,3	
		1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes	0,3	
	Semi-intensif (de 13 à 30 cm de substrat)	Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes	0,4	
		1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes ou arbres	0,4	
	Intensif - (de 31 à 60 cm de substrat)	Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes ou herbacées + arbres ou arbustes + arbres	0,5	
		Combinaison de 3 strates végétales : herbacées + arbustes + arbres	0,6	
		1 unique strate végétale : herbacées ou arbustes ou arbres	0,5	
	Intensif + (+ de 60 cm de substrat)	Combinaison de 2 strates végétales : herbacées + arbustes ou herbacées + arbres ou arbustes + arbres	0,6	
		Combinaison de 3 strates végétales : herbacées + arbustes + arbres	0,7	

*Les coefficients soulignés correspondent aux typologies retenues pour les scénarios par défaut

Extrait de la version du CBSH de décembre 2024 issue d'une présentation du CSTB sur le portail Cap 2030. Une application Web a été créée pour faciliter le calcul de cet indicateur : <https://cap2030-gt7-biodiv.dimn-cstb.fr/webapp>. Le support de présentation utilisé lors de cette session est consultable en annexe E1.

Qu'en dit le Plan Nature en ville ?

→ Action 2.2.2 : Mobiliser les outils de planification urbaine pour renforcer la place de la trame verte et bleue (TVB) en milieu urbain et préserver la fonctionnalité des sols

Cette action, présentée plus haut dans ce document, est l'occasion de mettre en valeur les travaux réalisés conjointement par l'OFB et le Cerema pour vulgariser les notions les coefficients de surfaces non imperméabilisés ou éco-aménageables dans les documents d'urbanisme.

→ Autres indicateurs et données mobilisables

Le cycle d'ateliers n'avait pas pour objectif d'approfondir les autres sources de données disponibles. On pourra néanmoins citer, à titre d'inspiration :

- Les travaux du Club Ville Aménagement (groupe de travail sur le ZAN), qui en 2022 a proposé un panorama d'indicateurs utiles à l'aménageur pour appréhender les enjeux de sobriété foncière à l'échelle d'une opération d'aménagement¹⁰.
- Les réflexions de l'Agence d'urbanisme et d'aménagement de Toulouse aire métropolitaine (AUAT) sur le sujet de la désimpermeabilisation¹¹.
- Les travaux de l'INRAE sur la qualité des sols¹².
- Les travaux de Plante & Cité (échelle quartier)¹³.
- Ou encore les indicateurs issus de méthodologies développées dans des programmes de recherche comme DésiVille (voir plus loin - paragraphe sur les outils de la désimpermeabilisation).

Les outils d'aide à la décision

À l'échelle des projets d'aménagement, les outils d'aides à la décision peuvent être mobilisés pour optimiser la conception en intégrant les enjeux de renaturation ou

¹⁰ <https://club-ville-amenagement.org/wp-content/uploads/CVA-Indicateurs-v-29.04.pdf>

¹¹ <https://www.aua-toulouse.org/wp-content/uploads/2023/01/Renaturation-Les-apports-dun-indicateurs-pour-desimpermeabiliser-les-sols.pdf>

¹² <https://www.inrae.fr/actualites/indicateurs-qualite-sols-au-service-politiques-publiques>

¹³ <https://www.ecoquartiers.logement.gouv.fr/assets/articles/documents/grille-pour-l-evaluation-de-la-biodiversite-dans-les-projets-urbains.pdf>

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

pour s'appuyer sur des méthodologies spécifiques permettant d'évaluer l'impact environnemental de projets de renaturation, de mesurer les effets concrets des interventions et d'en justifier la pertinence au regard des objectifs fixés.

Parole d'experte : Pourquoi et comment mobiliser des outils ?



Georgina André – Responsable du pôle Projets Urbains chez Suez Consulting

L'enjeu fondamental de la mobilisation d'outils réside dans la capacité à maintenir une approche intégrée tout au long du cycle de vie du projet. Cela permet non seulement d'accompagner la prise de décision à chaque étape, mais également de mesurer les co-bénéfices générés par les opérations de renaturation. Ces co-bénéfices varient en fonction des spécificités du contexte, des enjeux locaux et des objectifs poursuivis.

Cet ensemble d'outils permet aux collectivités et aux aménageurs d'engager des discussions éclairées sur les modalités de financement et les dispositifs d'accompagnement nécessaires à la mise en œuvre des projets de renaturation. Parmi les mécanismes mobilisables, on peut citer les soutiens de l'Agence de l'Eau, les fonds européens tels que le FEDER, ainsi que les dispositifs liés à la séquestration carbone, dont les projets de renaturation peuvent constituer un levier significatif.

Ces outils sont la plupart du temps mis en œuvre par des structures spécialisées (bureau d'études, experts tels que le Cerema, le CSTB, etc.) ce qui implique un minimum d'accompagnement auprès de la collectivité et/ou de l'aménageur pour une bonne maîtrise des enjeux, finalités et résultats issus de ces outils (par le recours un tiers par exemple, tel qu'une AMO). Cet accompagnement permet d'orienter les choix, d'évaluer les impacts et de justifier les solutions retenues.

Certains de ces outils sont également conçus pour pouvoir être opérés directement par les chargés de projets de la collectivité et/ou de l'aménageur, moyennant des prérequis en matière de connaissances et d'éventuelles formations dédiées.

On notera également que concernant les conditions d'exploitation, il n'y a pas de règle, celles-ci variant selon les outils et les dispositions imposées par leurs propriétaires :

- ☐ outil en libre accès, avec possible utilisation en autonomie,
- ☐ outil en accès autonome sous forme de licence d'utilisation ou en web service (tarifié ou non),
- ☐ outil mis en œuvre uniquement dans le cadre d'une prestation d'étude plus globale,
- ☐ et de manière plus ponctuelle, outil pouvant être mis en œuvre dans le cadre d'une expérimentation, par exemple au travers d'une convention de recherche-action.

→ Les outils présentés lors du cycle d'ateliers du Lab2051 :

L'outil Sésame

Sésame, ou « Service Ecosystemique des Arbres Modulé par l'Essence » conçu par le CEREMA est présenté plus en détail au § 4.1.

Focus sur Le projet Mimosa,

Mimosa, pour « Mesure des Impacts de la Mise en Œuvre de Solutions fondées sur la nature dans les Scénarios d'Aménagement », est un outil en cours de développement par Nobatek INEF4 dans le cadre d'un programme de recherche européen, conçu pour évaluer les impacts des solutions fondées sur la nature (SFN) dans les projets d'aménagement urbain.

Il vise à objectiver les effets des différentes solutions de renaturation et à offrir aux porteurs de projets un moyen de maximiser les bénéfices écologiques tout en prenant en compte les contraintes techniques et économiques, et ce de l'échelle l'îlot jusqu'à l'opération d'aménagement complète.

L'outil fonctionne en attribuant une note à chaque SFN, qui est ensuite multipliée par la surface concernée pour obtenir une note globale du projet. Il permet de comparer différents scénarios d'aménagement, à l'échelle de l'îlot, des espaces publics ou de compositions plus larges, et peut être utilisé lors de la phase de consultation pour choisir le scénario le plus adapté, ou en phase de fonctionnement pour évaluer l'efficacité des solutions mises en place. Le résultat de l'évaluation se traduit par une note globale allant de 0 à 2, qui indique dans quelle mesure les SFN contribuent à répondre aux défis urbains spécifiques.

En plus de cette note globale, Mimosa aide à mieux comprendre et dimensionner les projets d'aménagement en analysant la contribution de chaque SFN à des défis particuliers.

Le support de présentation de la session du Lab2051 est disponible en annexe E2.

Focus sur l'outil Mésange,

Mésange, développé par Suez Consulting, est un dispositif d'analyse des **services écosystémiques** destiné à réaliser une évaluation rapide des projets d'aménagement.

Il permet de comparer qualitativement plusieurs scénarios d'aménagement en tenant compte de la conciliation des services fournis par les espaces et des besoins des habitants.

Mésange s'appuie sur une grille d'évaluation qui mesure les contributions des projets aux différents services écosystémiques, classés en trois grandes catégories : approvisionnement, culture et régulation écologique.

Désormais disponible en tant que plateforme en ligne, l'outil propose une grille d'auto-évaluation applicable à toutes les phases de développement d'un projet. Pour les bureaux d'études, Mésange fournit une liste des co-bénéfices, et pour les maîtres d'ouvrage, il sert d'outil d'aide à la décision, avec la possibilité de comparer différents scénarios. L'outil génère une restitution, sous forme de graphique comparatif de l'état initial et des différents scénarios.

L'ambition de Mésange est d'enrichir son approche pédagogique en testant l'outil sur plusieurs projets d'aménagement, afin de fournir des exemples concrets et des bonnes pratiques pour optimiser les services écosystémiques tout au long du processus.

Le support de présentation de la session du Lab2051 est disponible en annexe E3.

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

L'outil Biodi(V)strict,

Développé par Urbalia et AgroParisTech, Biodi(V)strict est un dispositif d'analyse des services écosystémiques qui évalue le potentiel de biodiversité des projets urbains en construction et les bénéfices apportés par la nature en ville. Il permet d'intégrer la biodiversité dès la phase de conception d'un projet, en fournissant des données précieuses pour guider les choix de végétalisation et les décisions d'aménagement.

Cet outil d'aide à la décision compare un site à différents états, en utilisant cinq indicateurs clés :

- ☐ La proportion d'espaces végétalisés,
- ☐ La diversité des habitats,
- ☐ La diversité des strates végétales,
- ☐ La connectivité intrasite,
- ☐ Et la perméabilité des sols à l'eau.

Biodi(V)strict permet ainsi de mesurer et d'optimiser la valeur biodiversité d'un projet en transformant des données scientifiques complexes en résultats spatialisés compréhensibles pour les aménageurs.

Le processus commence par une visite de terrain où un écologue caractérise les habitats présents, suivie d'une cartographie du site initial et du projet, avant l'importation des données dans l'outil pour mesurer le potentiel écologique. Les résultats sont présentés sous forme de proportions surfaciques des habitats, permettant ainsi de visualiser les gains en biodiversité liés aux différentes solutions envisagées.

Le support de présentation de la session du Lab2051 est disponible en annexe E4.

Qu'en dit le Plan Nature en ville ?

→ Action 3.2.1 : Cartographier, structurer et déployer l'offre d'outils d'aide à la décision

Cette action du Plan Nature en Ville vise spécifiquement à améliorer la connaissance, la structuration et l'interopérabilité des outils d'aide à la décision relatif à la nature en ville. L'objectif est d'en faciliter le « porter à connaissance » auprès des collectivités et aménageurs, et d'assurer leur complémentarité pour les utilisateurs. Ce panorama des outils existants, rendu plus lisible, doit permettre aux décideurs et opérationnels de mieux appréhender les étapes de la vie d'un projet (de la planification à la gestion), les types d'intervention et de milieux naturels concernés et les enjeux couverts en termes de services écosystémiques. L'encadré ci-contre donne un aperçu des ressources mises en avant dans le cadre des ateliers menés pour la conception du Plan Nature en Ville – Mars 2024.

Axe 1 Améliorer la connaissance	Axe 2 Restaurer la nature dans les stratégies territoriales
— TIR4sTREE Thermal Infrared for Street Trees	— Projet LIFE Stratégique Nature pour la France
— BAUM Biodiversité, Aménagement Urbain et Morphologie	— Centre de ressources Cometa , la Communauté Écologie et Territoires portée par le ministère de la Transition écologique de la Cohésion des territoires (CRTE, COP)
— Life ARTISAN Accroître la Résilience des Territoires au changement climatique par l'incitation aux Solutions d'Adaptation fondées sur la Nature	— Projet MUSE Intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme
— PENATE Planifier et évaluer les solutions fondées sur la nature au sein des collectivités territoriales	— UrbanSimul (Cerema) Aide à la définition d'une stratégie de sobriété foncière de territoire.
— Appel à Projets de Recherche MODEVAL-URBA 2019	— Atlas de la Biodiversité Communal sous l'angle planification : ressource CNFT
— Le portail de l'artificialisation des sols	— Méthodologie REGREEN / ARB
— CARMEN Application cartographique au service des données environnementales	— Méthodologie DRIEAT / Cerema pour identifier un potentiel de renaturation à large échelle
— Développer des calques de plantabilité à l'instar de celui de la métropole de Lyon	— Programme INDIC (Plante et cité)
— Site Plante&Cité https://www.nature-en-ville.com	— Centre de ressources trames vertes et bleues
— Sésame Outil pour intégrer l'arbre dans vos projets de renaturation urbaine	— Note technique OAP TVB 2024
	— PLAN : Intégration et place du végétal et des espaces de nature dans les documents de planification urbaine / Plante et cité
	— Biodiv et planif Ressources mises à dispo : webinaires, outils, par le CNFT / OFB
	— Club PLUI Fiche sur le CBS, et actuellement étude du Cerema (en lien avec le réseau Planif Territoires)
	— PAT Centre de ressources RN PAT
	— Alternatives à l'artificialisation des sols et réhabilitation des sols dégradés LPO

→ Pour aller plus loin : se saisir des enjeux de désimpermabilisation et refonctionnalisation des sols

Compte tenu de la complexité des phénomènes en jeu, de l'hétérogénéité des données, de la diversité des situations (physiques, climatiques, socio-économiques, démographiques...), les documents cités précédemment ne couvrent pas tous les sujets de la même manière partout et peuvent laisser parfois les décideurs et l'ensemble des acteurs de l'aménagement face à des difficultés d'arbitrages.

C'est pour cela qu'il existe des programmes de recherche qui visent à :

- développer la connaissance relative aux interactions entre nature et ville à l'échelle territoriale,
- consolider et élaborer des données pouvant être utiles à la compréhension des phénomènes en jeu et à l'aide à la décision,
- proposer des méthodologies et des outils plus adaptés aux besoins et aux questions posées (par exemple : impact du végétal sur les ICU, bénéfices de l'agriculture urbaine en matière de biodiversité, relation nature-santé, etc.),
- suivre des projets expérimentaux et rendre compte des enseignements pouvant être répliqués.

Il est intéressant pour les acteurs de l'aménagement de suivre l'évolution de ces programmes de recherche (voire d'y contribuer en tant que terrain d'expérimentation) dans la mesure où ces derniers vont permettre d'améliorer l'analyse et la qualification des différentes caractéristiques et qualités des espaces concernés par les projets, en partant de l'échelle du territoire.

Parmi ces programmes de recherche, nous avons fait le choix d'en citer deux, les programmes MUSE (multifonctionnalité des sols) et DésiVille (désimperméabilisation), DésiVille ayant fait l'objet d'une présentation lors d'une séance du cycle d'ateliers par Cécile Leguern du BRGM). Ces deux programmes mettent en avant des approches multicritères pour faciliter l'identification des potentiels de désimperméabilisation, de végétalisation ou de renaturation, avec intégration de divers paramètres (risques liés au changement climatique, fonctionnalités écologiques, opportunités foncières, occupation du sol...). In fine, ils visent à aider les collectivités à s'emparer du sujet de la renaturation et à élaborer leurs stratégies en prenant en compte les spécificités territoriales.

Focus sur le projet de recherche DésiVille

DésiVille est une initiative de recherche et développement lancée en 2019, visant à mieux comprendre et à faciliter le processus de désimperméabilisation des sols urbains à l'échelle territoriale. Ce projet est mené par le BRGM et cofinancé par l'ADEME, avec le soutien de partenaires tels que le CEREMA, l'Université Gustave Eiffel et Nantes Métropole.

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

Il s'inscrit dans un objectif ambitieux : fournir des outils d'aide à la décision pour savoir où et comment désimperméabiliser efficacement à l'échelle du territoire.

Ce projet a permis de développer un guide méthodologique pour cartographier le potentiel de désimperméabilisation des sols à l'échelle d'un quartier ou d'un territoire urbain, afin d'aider à l'élaboration de stratégies territoriales. Il permet de prendre en compte à la fois les atouts et les contraintes liés à la désimperméabilisation d'un site, et constitue un outil essentiel pour la planification. Ce guide méthodologique vise à fournir des réponses pratiques et adaptées à chaque territoire, en s'appuyant sur des cartographies et des données techniques.

Afin d'évaluer la faisabilité de la désimperméabilisation, plusieurs critères d'analyse ont été définis : les caractéristiques des surfaces (dont la taille et la propriété publique ou privée), l'infiltrabilité intrinsèque du sol, les contraintes environnementales (risques et protection des ressources et des écosystèmes). Ils incluent également la **qualité du sol**, l'absence de contamination, et des contraintes géotechniques faibles.

Le guide méthodologique est téléchargeable en cliquant sur [ce lien](#).

Focus sur Le projet de recherche MUSE

MUSE (« intégrer la Multifonctionnalité des Sols dans les documents d'urbanisme ») est un programme de recherche du CEREMA visant à développer une méthodologie pour caractériser et cartographier la qualité des sols d'un territoire afin de mieux orienter les politiques d'aménagement et de renaturation. Il s'adresse donc aux collectivités, pour mettre en place une stratégie de renaturation à l'échelle du territoire (échelle supra-communale).

Ce projet traduit les référentiels pédologiques complexes en indicateurs accessibles aux non-experts, en attribuant des notes pour les fonctions de fertilité du sol, de régulation du cycle de l'eau, de stockage de carbone et de biodiversité. Ces notes, allant de 0 à 5, sont regroupées pour obtenir une note globale sur 20, accompagnée d'une cartographie des potentiels. En offrant des données détaillées sur la qualité des sols, MUSE permet de mieux comprendre les potentialités des espaces pour accueillir des solutions fondées sur la nature.

Le rapport final du programme de recherche MUSE est téléchargeable gratuitement en cliquant sur [ce lien](#)¹⁴.

Qu'en dit le Plan Nature en ville ?

→ Action 1.3.4 : Valoriser et approfondir les travaux du programme BAUM

Le projet de recherche BAUM (Biodiversité, Aménagement Urbain et Morphologie) a été lancé en 2019 par le PUCA en partenariat avec l'Office français de la biodiversité et d'autres institutions. S'appuyant sur plusieurs équipes de recherche qui explorent une variété de contextes urbains et d'outils d'analyse, BAUM a pour ambition de créer un langage commun entre urbanistes, écologues et décideurs publics autour de la question des formes urbaines favorables à la biodiversité. Les projets menés analysent à la fois la configuration bâtie, les continuités écologiques, les usages, ainsi que les effets sur différentes espèces ou groupes d'espèces, afin d'éclairer les choix d'aménagement. Le programme produit des connaissances opérationnelles destinées à alimenter les politiques publiques de ville durable et les démarches de sobriété foncière. Le programme est présidé par Philippe Clergeau, écologue, professeur émérite au Muséum national d'Histoire naturelle. Six terrains de


¹⁴ <https://www.cerema.fr/fr/actualites/muse-methode-cartographier-multifonctionnalite-potentielle>

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT

recherche et un axe transversal ont permis de structurer les questionnements sur les thèmes suivants :

- ☐ la localisation et caractérisation de la trame brune pour les besoins de l'aménagement (Tram'Biosol),
- ☐ la plasticité des plantes au travers de la diversité fonctionnelle des écosystèmes dans différents contextes de densification urbaine et de gestion à l'échelle du quartier (Evol'ville),
- ☐ l'influence de la morphologie urbaine sur les insectes pollinisateurs à l'échelle du quartier (Réaumur),
- ☐ la capacité du réseau viaire à être support de fonctionnements urbanistiques et écologiques (BioRev'Aix),
- ☐ la capacité de tissus résidentiels, observés à l'échelle de l'îlot, à accueillir et maintenir une biodiversité urbaine, en lien avec les continuités écologiques métropolitaines (Morphobiot),
- ☐ l'articulation entre morphologie urbaine et biodiversité selon une typologie de quartiers dépendant de leur position sur un gradient de densité urbaine (Frugacité),
- ☐ une synthèse présentant les outils descripteurs de la forme urbaine déployés dans les six recherches du programme BAUM.

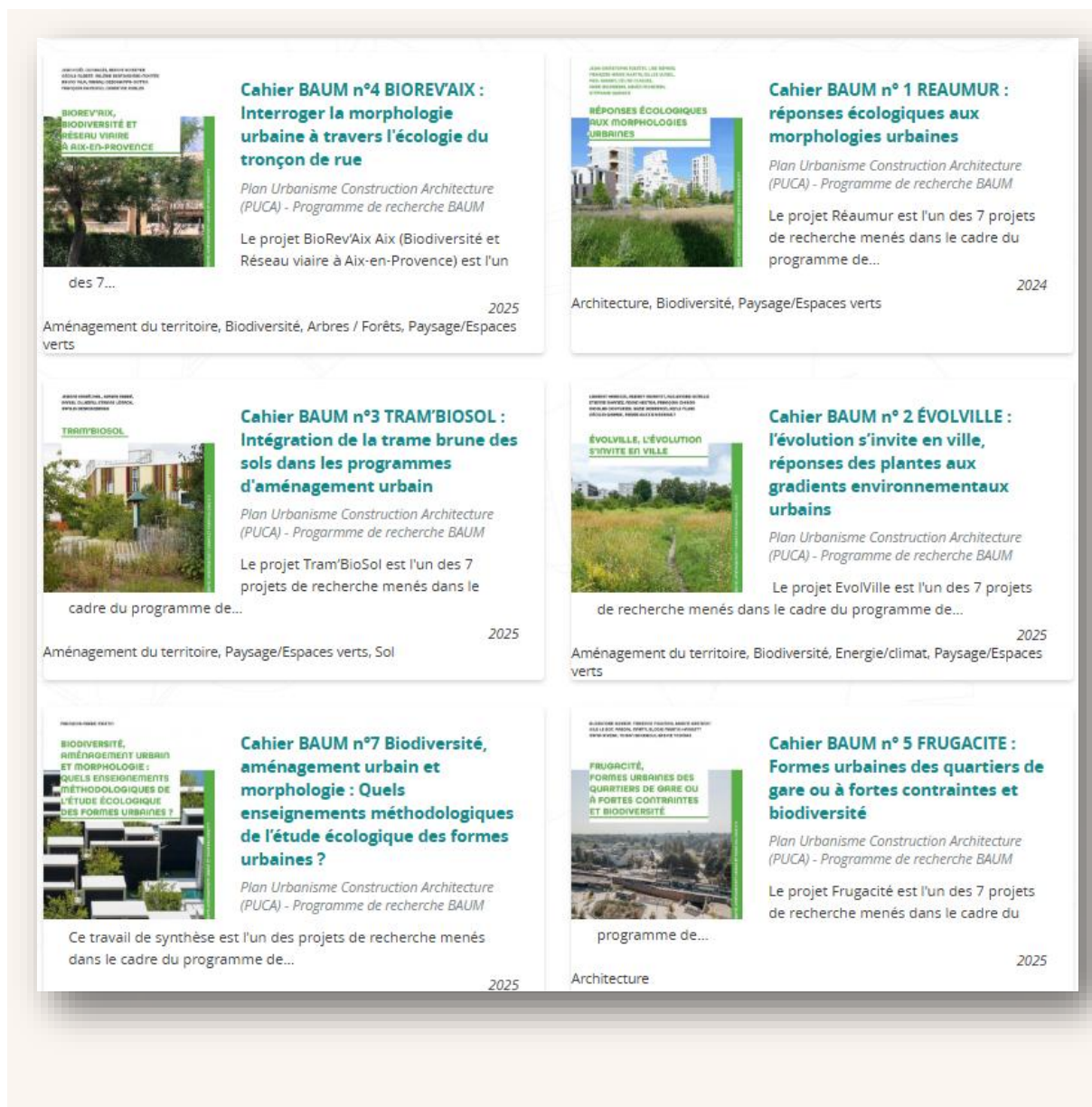
L'action du Plan Nature en Ville consiste d'une part à diffuser ces connaissances en publiant les rapports de recherche du programme BAUM et en les faisant connaître dans les milieux de l'urbanisme et de l'aménagement. D'autre part, ces premières connaissances sont à approfondir par le soutien à divers programmes de recherche ou recherche-action et la construction de nouveaux programmes au sein du PUCA.

 Les cahiers BAUM, présentant les enseignements des terrains de recherche, sont accessibles sur le [site internet du PUCA](#) ainsi que sur le portail nature en ville.

Ci-après : capture d'écran de la page du centre de ressource Nature en Ville dédiée au programme BAUM :


https://www.nature-en-ville.com/ressources?combine=nature%20en%20ville&field_document_thematiques_target_id=All&field_document_planification_target_id=All&page=0

2 – PENSER LA RENATURATION EN AMONT



3 COMMENT RECREER DES SOLS FERTILES ?



 **Parole d'experte : le sol, de quoi parle-t-on ?**

 **Anne Blanchart – Docteure en sciences du sol et urbanisme –
Directrice d'affaires EODD**

En science des sols, les sols sont la couche superficielle de la croûte terrestre, constituée d'un mélange complexe de minéraux, de matière organique, d'eau, d'air et d'une multitude d'organismes vivants. Ils sont organisés en différents horizons, qui résultent de processus pédogénétiques d'origine physique, chimique et biologique. Ils jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement des écosystèmes : ils soutiennent la production de biomasse, régulent les flux d'eau et les échanges climatiques, stockent du carbone et abritent une grande diversité d'organismes vivants.

En milieu urbain, certains sols ont la capacité d'offrir des fonctions comparables à celles des sols agricoles ou forestiers. Ils peuvent ainsi contribuer activement à la transition écologique, en permettant l'infiltration des eaux, en participant au stockage du carbone ou encore en conservant une certaine fertilité.

Il est cependant important de distinguer le sol « urbain » du sol « anthropisé ». Le premier fait référence à une localisation géographique, tandis que le second se définit davantage par ses caractéristiques pédologiques liées aux activités humaines :

-  Les **sols urbains**, dans leur acception géographique, sont ceux situés dans les zones urbaines. S'ils sont souvent altérés par l'action humaine, ils peuvent aussi inclure des espaces relativement peu modifiés, tels que des prairies, des boisements, des jardins ou des zones agricoles périurbaines. Ces sols présentent une grande variété de types de couverture, allant des surfaces imperméables aux sols nus ou végétalisés.
-  Les **sols anthropisés**, quant à eux, se caractérisent par une transformation marquée de leur structure et de leur fonctionnement par l'homme. Ils contiennent souvent des matériaux artificiels (artéfacts), peuvent être scellés (en surface ou en profondeur), ou enrichis artificiellement en matière organique. Dans la classification pédologique, on les retrouve sous les termes de Technosols et Anthrosols (World Reference Base), ou encore Anthroposols dans le Référentiel Pédologique Français.

Ainsi, un sol situé en milieu urbain n'est pas nécessairement un Technosol, et inversement, un sol fortement anthropisé peut tout à fait exister en dehors des zones urbaines, par exemple dans des contextes agricoles fortement modifiés. De plus, un sol urbain peut être classé comme Technosol s'il contient, sur les 100 premiers centimètres de son profil, plus de 20 cm de terre végétale artificiellement rapportée. Cette diversité de situations reflète la pluralité des rôles que les sols urbains peuvent jouer : certains sont peu performants écologiquement, tandis que d'autres, préservés, peuvent offrir une grande variété de services écosystémiques.

Dans cette perspective, et au vu de leur potentiel en matière de transition écologique, il devient essentiel que l'aménagement urbain intègre pleinement les sols dans leur dimension fonctionnelle. Cela passe par une meilleure connaissance de leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques.

Dès lors, au-delà de leur rôle traditionnel de support pour les constructions, les sols urbains doivent être considérés comme des systèmes vivants tridimensionnels, porteurs de fonctions

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

environnementales. Ils constituent un socle stratégique pour une approche plus sobre, plus consciente et plus durable de l'aménagement du territoire.

Parole d'experte : comment intégrer une approche durable des sols dans l'aménagement ?

Manon Martin - Directrice de projets Sols et aménagement au CEREMA

Adopter une gestion durable des sols dans la chaîne d'aménagement est un levier pour les territoires permettant de répondre à de nombreux enjeux comme la gestion des eaux pluviales, la lutte contre l'îlot de chaleur urbain, la préservation de la biodiversité ou l'amélioration du cadre de vie.

Quelle que soit l'échelle, de la planification au projet d'aménagement, mieux prendre en compte les sols suggère une bonne connaissance des sols et de leur qualité. Au-delà des cartes d'occupation et d'usage des sols qui ont une approche surfacique, il est nécessaire d'intégrer une nouvelle composante, celle de la ressource sol. Ce changement de paradigme auprès des acteurs de l'aménagement est crucial.

Il existe des méthodes pour cartographier la qualité des sols à l'échelle d'un territoire se basant sur le calcul d'indicateurs à partir des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols. Par exemple, la méthode MUSE cartographie la multifonctionnalité des sols à partir des données pédologiques des référentiels régionaux pédologiques (GisSol) offrant un premier porter à connaissance de la qualité des sols à l'échelle supra communale.

À l'échelle de la ville ou du projet d'aménagement et en complément des diagnostics réglementaires de pollution ou de géotechnique, les sondages pédologiques et les diagnostics agronomiques, permettent de caractériser plus finement les sols et d'appuyer les stratégies d'aménagement. Ces diagnostics permettent d'alimenter des outils d'aide à la décision comme l'outil DESTISOL qui fournit des scénarios d'aménagement opérationnels à partir des potentialités des sols urbains.

Cette connaissance permet aux collectivités d'objectiver ses choix d'aménagement en adaptant l'usage à la qualité des sols : préserver les sols qualitatifs ou de pleine terre et renaturer les sols ayant un enjeu fort en termes de biodiversité, de gestion des eaux pluviales, de cadre de vie ou de rafraîchissement.

L'utilisation des tels outils opérationnels doit s'accompagner par la formation des acteurs de l'aménagement, prérequis essentiel pour mener une stratégie de renaturation.



Illustration tirée des Super pouvoirs du sol, Cerema - <https://www.cerema.fr/fr/actualites/super-pouvoirs-sols-bd>
- 2019 - Mathieu Ughetti

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

L'éclairage de l'Institut de la Transition Foncière – Propositions pour un diagnostic généralisé des sols à l'étape des cessions foncières

Dans son étude « Connaître la qualité des sols pour mieux les préserver : un diagnostic au moment des ventes ? » publiée en juin 2025, l'Institut de la Transition Foncière explore la faisabilité de mettre en place un diagnostic de santé des sols dans le cadre des cessions foncières. L'objectif est de renforcer la connaissance des sols afin de mieux les préserver. Ce diagnostic s'appuierait sur l'évaluation de quatre grandes fonctions écologiques : biologique, hydrique, climatique et agronomique. L'étude se focalise sur les mutations immobilières comme levier pour générer une donnée nouvelle sur l'état des sols, aujourd'hui manquante, et ce afin de favoriser la connaissance et ainsi préserver les sols. L'idée serait de systématiser le diagnostic prenant en compte les fonctions des sols, et notamment lors de l'acquisition foncière dans le cadre d'un projet d'aménagement.

Cette étude est consultable via ce lien :

https://www.transitionfonciere.fr/files/ugd/f09611_f6ffd06da62a4c49987f977021763172.pdf

Bande dessinée « Opération renaturation : agir en profondeur pour des sols vivants », Cerema 2025

Cette publication très illustrée et pédagogique explique les grands principes de la renaturation des sols autour de 5 bonnes pratiques.

<https://doc.cerema.fr/Default/doc/SYRACUSE/605668/operation-renaturation-agir-en-profondeur-pour-des-sols-vivants>



— Les acteurs de l'aménagement disposent de nombreuses documentations pour s'acculturer et se former à la dimension « sol » et l'intégrer dans les projets

La préservation et la restauration des sols (voire la création de sols fertiles) sont désormais au centre des attentions des acteurs de l'aménagement : alors que le sol était jusque-là perçu comme une ressource inépuisable, il faut désormais repenser la ville sur la ville, réutiliser les sites de friches et les espaces urbains vacants, avec des sols de qualité variable. Sur chaque projet, une réflexion approfondie est donc indispensable pour déterminer comment réutiliser ces sols tout en limitant au maximum l'utilisation de terre végétale, dont l'exploitation comporte des impacts environnementaux négatifs. Cette réflexion ne peut se produire qu'à travers une montée en compétences des acteurs de l'aménagement en matière de pédologie. Pour cela, les acteurs de l'aménagement peuvent s'appuyer sur de nombreux ouvrages et recueil de retours d'expérience qui ont été publiés ces dernières années (voir quelques références citées dans la partie bibliographie).

— Mais les modes opératoires et techniques de mise en œuvre sont encore à consolider

Au cours du cycle d'ateliers, les aménageurs se sont penchés sur deux problématiques majeures rencontrées lorsqu'on s'intéresse à la mise en œuvre concrète au sein des opérations :

- La 1^{ère} concerne la **refonctionnalisation des sols disponibles**, c'est-à-dire faire avec les sols en place et s'assurer qu'ils seront en mesure d'accueillir la renaturation envisagée, dans des contextes qui peuvent être extrêmement variables d'un site à l'autre, avec des questions autour :
 - de la désimperméabilisation,
 - de la dépollution,
 - de la réactivation, la reconstitution et la refertilisation, avec des propriétés compatibles avec les objectifs de végétalisation et de gestions des eaux attendus.
- La 2^{nde} concerne les questions plus globales **de gestion et de réemploi des terres**, à l'échelle du site mais aussi à une échelle plus large (commune, intercommunalité), avec des sujets autour du modèle économique, des contraintes réglementaires et de la faisabilité de plateformes de réemploi.

3.1 Mobiliser les techniques de refunctionnalisation

3.1.1 Désimperméabiliser

La désimperméabilisation constitue un levier essentiel des démarches de renaturation en milieu urbain. Elle consiste à remplacer les surfaces imperméables, telles que le bitume ou le béton, par des matériaux perméables ou des sols végétalisés, afin de favoriser l'infiltration naturelle des eaux pluviales, permettre la pousse des végétaux et favoriser le développement de la microfaune. Cette approche participe de la reconnaissance du sol comme une ressource précieuse, au cœur des objectifs du Zéro Artificialisation Nette (ZAN) et des politiques de renaturation urbaine.

Dans le même temps, l'un des effets indirects des politiques de sobriété foncière est de pousser les stratégies d'aménagement à privilégier l'optimisation des espaces déjà urbanisés, dans une logique de densification urbaine, avec le risque de minéraliser encore plus les espaces urbains. Dans ce contexte, la désimperméabilisation s'avère un outil indispensable pour concilier densification d'un côté, et restauration des fonctions écologiques du sol et renaturation de l'autre, y compris en milieu construit.

Intégrer cette démarche dans un projet d'aménagement urbain permet de bénéficier concrètement des services rendus par la nature : régulation du cycle de l'eau, soutien à la biodiversité, atténuation des effets du changement climatique et amélioration du cadre de vie des habitants. En particulier, l'infiltration des eaux de pluie directement à la parcelle contribue au stockage de l'eau dans le sol, puis à la recharge des nappes phréatiques. Cette eau souterraine devient ensuite accessible aux végétaux via leur système racinaire, notamment en période de

sécheresse, limitant ainsi les besoins en arrosage et renforçant la résilience des plantations face aux aléas climatiques.

Porté par la société publique locale (SPL) La Fabrique de Bordeaux Métropole (La Fab) et lauréat du programme Démonstrateur de la Ville Durable, le projet de réhabilitation de Mérignac Soleil est particulièrement intéressant à la fois par l'ambition qu'il porte en matière de renaturation et par l'étendue des besoins de désimperméabilisation (voir encadré ci-après), ce qui en fait la plus grande opération de désartificialisation et de renaturation au niveau européen.

📍 Focus sur le projet de désimperméabilisation du projet Mérignac Soleil porté par la SPL La Fabrique de Bordeaux Métropole (La Fab)

Mérignac Soleil est une vaste zone commerciale monofonctionnelle datant des années 1960, imperméabilisée à plus de 90 % et constituant un des plus importants îlots de chaleur de la métropole. Ce périmètre vise aujourd'hui à accueillir un nouveau projet d'aménagement, avec l'enjeu de la régénération de la nature comme guide du projet. Le but est de désimperméabiliser 20 % du site, soit 12 ha, avec l'objectif de pouvoir régénérer les sols et planter massivement (4000 arbres) afin de lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Afin de désimperméabiliser ces surfaces, la Fabrique de Bordeaux Métropole cherche à supprimer le recouvrement généralisé par des enrobés et les sous-couches de structures en remblais granulaire. Une réflexion est menée sur une méthode de recyclage des enrobés et granulats. « L'enrobé est broyé et réinjecté dans la formulation de nouveaux revêtements. Les granulats sont soit utilisés directement, soit criblés/concassés avant réemploi. Ils servent à constituer des nouvelles couches d'assises routières. » (source : La Fabrique de Bordeaux Métropole, audition du projet « Mérignac Soleil – penser la ville, panser les sols »)

Le choix des emprises est une autre partie de la réflexion de la Fabrique de Bordeaux Métropole, qui prend en compte à la fois le potentiel mutable des fonciers (maîtrise foncière partielle et dureté foncière importante), les futures emprises définies dans le programme des espaces publics et les besoins du sol en matière de transformation (nature des sols en place). Sur les espaces publics, trois parcs de pleine terre d'un hectare chacun vont être aménagés.



Dégroutage - Ilot Castorama Mérignac Soleil – ©Sabine Delcour

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

Cependant, la grande majorité des fonciers ayant vocation à être désartificialisés sont des places de stationnement recouvertes d'enrobés, appartenant aux commerces déjà présents sur la zone. L'aménageur a alors un rôle d'accompagnement des acteurs commerciaux, en tant que prescripteur, afin de les inciter à la désimperméabilisation, car leur coopération est essentielle pour atteindre l'objectif de 20% de désimperméabilisation du site. Ceux-ci sont souvent très attachés à la place de la voiture.

Pour réduire l'emprise des nappes de parking imperméables, la solution chaussée végétale®, développée par l'agence Alatacc en partenariat avec Faliénor et Nova-Flore, est expérimentée. Son principe repose sur la végétalisation d'un revêtement minéral (parking, place, piste cyclable) résistant aux passages de véhicules sans incorporer de terre à la structure. Elle permet aux aires de stationnement de conserver leur fonction tout en coûtant moins cher que de l'enrobé et en étant compatible avec les besoins de sécurité (pompiers). Elle a été expérimentée sur une partie de l'espace public, permettant de créer des allées en chaussée végétale entre de grandes fosses de plantation.

Avant la mise en place de la chaussée végétale, situation en 2023



Aménagement en chaussée végétale en 2024



Source : La Fabrique de Bordeaux Métropole – aménagement en chaussée végétale®

→ Faire le point sur les solutions techniques de la désimperméabilisation

Recenser les différentes solutions de désimperméabilisation, c'est l'objectif que s'est fixé le projet DésiVille (voir ci encadré ci-dessous et présentation au § 2.3) au travers d'un catalogue publié en janvier 2025.

Focus sur les solutions opérationnelles de désimperméabilisation - DésiVille

Le projet DésiVille (présenté § 2.3) a été conçu pour aider les aménageurs dans leur projet et les guider dans la désimperméabilisation. L'un des livrables produits est un catalogue de solutions de désimperméabilisation, qui s'accompagne :

-  d'un arbre de décision pour orienter vers les techniques les plus adaptées au contexte du site et qualifier la faisabilité,

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

- de fiches pratiques des différentes solutions, avec des solutions dites « grises » (correspondant à des infrastructures mobilisant des matériaux manufacturés ou naturels peu ou pas végétalisés) et avec des solutions fondées sur la nature (SfN) reposant (création de noues et fossés, jardins de pluie, arbres de rue, bandes végétalisées, plaines d'inondation, espaces verts urbains ou marais et ripisylves). Ces solutions visent à rétablir la fonction naturelle des sols tout en répondant aux besoins de la ville en matière de gestion des eaux, de biodiversité et de confort thermique,
- d'une analyse comparative des solutions, offrant une évaluation des impacts selon différents critères (faisabilité de mise en œuvre, coûts, gestion des eaux pluviales, multifonctionnalité des sols et biodiversité, pollutions, ICU, bilan carbone, aménités, aspects socio-économiques).

Chaque solution est accompagnée d'une fiche détaillant les aspects techniques, réglementaires, la méthode de mise en œuvre et les impacts négatifs et positifs de chaque solution.

Le catalogue de solutions est téléchargeable en cliquant sur [ce lien](#).

Dans un registre complémentaire, le projet DESSERT s'est également attaché à comprendre et expliciter les modalités de désimperméabilisation, notamment à partir d'une typologie décrivant finement les différents systèmes « sol-revêtement », avec une focale particulière sur le descellement des sols urbains. Un guide issu des travaux de recherche a été publié en décembre 2024 et s'adresse aux acteurs de l'aménagement urbain, tels que les paysagistes, les urbanistes et les bureaux d'études.



Focus sur le projet DESSERT

Le projet DESSERT (Désimperméabilisation des Sols, Services Écosystémiques et Résilience des Territoires) financé par l'ADEME vise à évaluer l'effet du descellement sur la qualité et le fonctionnement des sols, ainsi que les méthodes de génie pédologique utilisées lors de leur renaturation et l'ensemble des services écosystémiques rendus par les sols désimperméabilisés et les systèmes sols-plantes rétablis.

Le projet vise à développer des solutions innovantes pour une transition écologique qui s'accompagne d'un nouvel équilibre de l'écosystème urbain. Son objectif est d'intégrer la désimperméabilisation comme levier d'aménagement, favorisant la régénération des écosystèmes urbains, la gestion des eaux, et la biodiversité. Ce projet a nécessité la collecte de données précises sur le système sols urbains - eau - plantes et a permis de produire des connaissances cruciales pour la planification et la mise en œuvre de solutions de désimperméabilisation.

Le projet DESSERT a reposé sur une collaboration multi-acteurs, incluant chercheurs, urbanistes, paysagistes, entreprises du secteur public et privé et décideurs. Ce projet a été mené à travers plusieurs étapes, notamment la réalisation d'un état de l'art et d'un inventaire des techniques de désimperméabilisation, et a été enrichi grâce à de nombreux retours d'expériences.

Le projet a débouché sur un Guide opérationnel pour redécouvrir les sols urbains publié par Plante & Cité, pour intégrer la ressource sol dans les projets d'aménagement urbain. Ce guide vise à valoriser les sols urbains en tant que ressources écologiques, en particulier pour la gestion des inondations, la biodiversité et la qualité de l'eau. Ce guide intègre une approche transdisciplinaire en croisant les connaissances en pédologie, écologie, et urbanisme.

Ce guide a permis de poser les bases d'une nouvelle approche de l'aménagement urbain durable, en valorisant la ressource sol et en intégrant des pratiques de désimperméabilisation comme levier de résilience et de gestion des services écosystémiques. Le guide technique qui en résulte constitue un

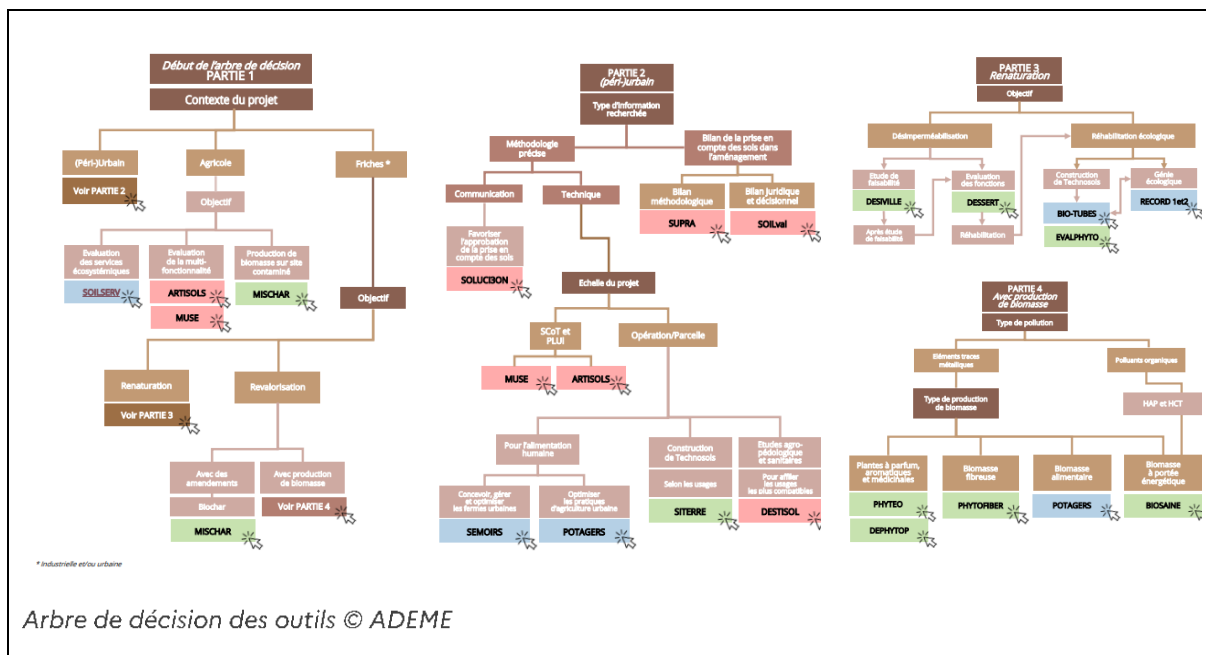
3 – RECREER DES SOLS FERTILES

outil précieux pour les acteurs de l'aménagement urbain souhaitant mettre en œuvre des solutions concrètes pour la renaturation des villes.

Le guide est disponible via ce lien : <https://www.ressources.plante-et-cite.fr/Record.htm?record=19186713124919049959>

Les acteurs de l'aménagement disposent désormais de ressources concrètes pour identifier les zones à désimperméabiliser, choisir les solutions adaptées, et optimiser les impacts écologiques de leurs projets.

Afin de faciliter le choix des bons outils pour les opérateurs, l'ADEME a réalisé en 2023 une synthèse de ses projets de recherches et outils sur la multifonctionnalité des sols, en partenariat avec Sol & Co (disponible via [ce lien](#)). Ce document, reflétant un besoin important d'accompagnement des acteurs dans l'utilisation des différents outils, a notamment abouti à la réalisation de fiches de synthèse de chaque projet de l'ADEME, à destination des aménageurs, ainsi qu'à un arbre de décision permettant de choisir l'outil le mieux adapté au projet d'aménagement :



3.1.2 Dépolluer

Dans de nombreux cas, les anthroposols ont besoin d'être dépollués afin de pouvoir servir dans de nouveaux projets d'aménagement. Cette étape du processus de refunctionalisation des sols représente un enjeu majeur dans les projets d'aménagement urbain. Elle permet non seulement de garantir la sécurité sanitaire des futurs occupants mais aussi de valoriser les sols pour leur réutilisation dans des projets de développement durable. Le processus de dépollution, bien que complexe, est essentiel à la réussite de la renaturation des sites urbains.

Pour un aménageur, la dépollution des sols est à la fois un risque à maîtriser et une opportunité à valoriser. Bien conduite, elle permet de sécuriser le projet, de répondre aux exigences réglementaires et sociales et de s'inscrire dans une logique d'aménagement durable et responsable.

Un cadre méthodologique de référence pour valoriser des sols pollués dans un projet d'aménagement : le projet DESTISOL

Focus sur le projet DESTISOL

Financé par l'ADEME et mené dans le cadre d'une collaboration entre le Cerema, l'Université de Lorraine, l'INRA, un bureau d'études (SCE), un aménageur (EPAMSA) et un établissement public foncier (EPF Bretagne), le programme DESTISOL (« Les sols, une opportunité pour un aménagement urbain durable ») reste une référence pour appréhender la gestion des sites pollués dans le cadre de l'aménagement urbain durable. Le programme a débouché sur un corpus de livrables et propose une méthodologie d'aide à la décision étayée de recommandations pratiques aux aménageurs sur l'utilisation des sols disponibles, en tenant compte des risques liés à leur pollution et des objectifs de durabilité des projets.

L'approche repose sur l'évaluation d'indicateurs de qualité des sols, obtenus grâce à l'ouverture de fosses pédologiques et à l'analyse d'échantillons de sols, et permet d'attribuer une note entre 0 et 3 pour 15 fonctions du sol. Ces fonctions sont déterminées par des indicateurs morphologiques et analytiques. L'outil permet ainsi d'identifier les couvertures de sol les plus adaptées en fonction des objectifs poursuivis par le projet et des caractéristiques des sols en place, évitant ainsi des surcoûts potentiels associés au remaniement des sols du site à aménager.

Le rapport final de cette étude, ainsi que les méthodologies par phases d'un projet d'aménagement sont téléchargeables sur la librairie en ligne de l'ADEME (directement via sur [ce lien](#)).

Se doter d'un cadre d'intervention formalisé pour systématiser et anticiper le processus de dépollution sur différents sites d'opération

Avec un nombre croissant de situations de recyclage de friches, les aménageurs se retrouvent de plus en plus fréquemment à devoir organiser la dépollution de ces friches, avec un impact majeur sur la faisabilité des projets, à la fois sur le plan économique (coût de la dépollution qui pèse sur le bilan d'aménagement) et sur l'organisation générale du projet (besoin d'expertises ad hoc, rallongement des

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

délais, contingences réglementaires, etc.). Il est donc essentiel pour les aménageurs de se doter d'une stratégie de dépollution formalisée, comme a pu le faire l'EPA Bordeaux Euratlantique (voir encadré ci-dessous) au travers d'une démarche méthodique visant à concilier dépollution, valorisation des sols et préservation de l'environnement.

Focus sur la stratégie de dépollution de l'EPA Bordeaux Euratlantique

L'objectif du document réalisé par l'EPA Bordeaux Euratlantique est double : aider les chargés d'opérations dans leurs prises de décision et inciter le maître d'œuvre urbain à rechercher les meilleures voies d'optimisation possibles afin de réduire au maximum les coûts.

La stratégie de dépollution de l'EPA identifie des étapes clés :

- Études préalables et diagnostics : Avant toute acquisition, l'EPA procède à un diagnostic approfondi du site, comprenant des sondages pour évaluer la présence de pollutions. Les données sont ensuite utilisées pour établir une évaluation de l'état des milieux.
- Gestion des espaces publics et privatisation des sites : Pour les espaces publics, les pollutions compatibles avec les futurs projets peuvent être confinées ou stabilisées. Si des pollutions incompatibles sont détectées, des techniques de gestion spécifiques sont mises en œuvre pour assurer leur évacuation.
- Découverte de pollutions durant les travaux : Si, lors de l'exécution des travaux, une pollution non anticipée est découverte, l'aménageur doit alerter l'EPA. Une analyse de la situation est alors effectuée pour déterminer la nature et l'étendue de la pollution, et des mesures d'évacuation ou de confinement sont mises en place.

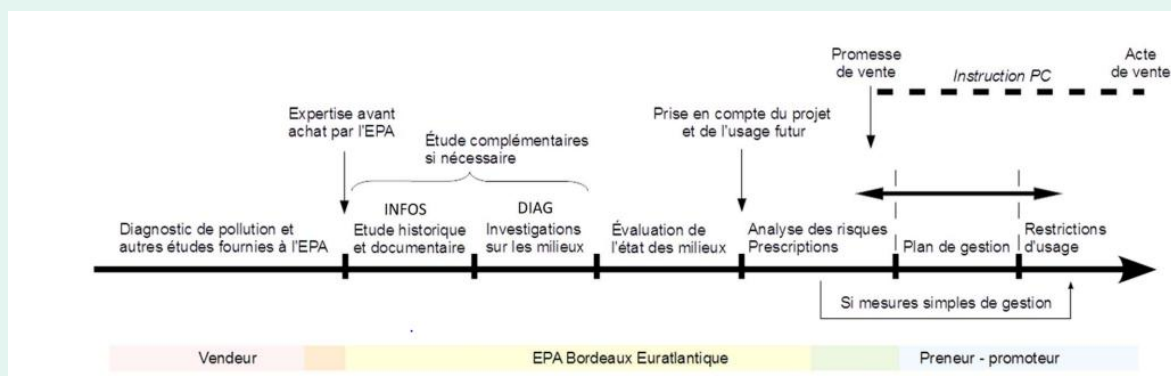


Figure issue de la stratégie de dépollution de l'EPA Bordeaux Euratlantique

La stratégie de dépollution de l'EPA Bordeaux Euratlantique distingue deux grands types de pollutions :

- Les pollutions génériques, issues des aménagements historiques, qui représentent une majorité des sites pollués, soit 70 % des matériaux inertes et 30 % non inertes ;
- Les pollutions spécifiques, majoritairement non inertes, qui résultent souvent d'activités industrielles antérieures.

Les matériaux excavés sont classés selon leur statut de déchet (inertes ou non inertes), et leur traitement varie en fonction de leur statut et de leur niveau de dangerosité. Voici un extrait du document de la stratégie de dépollution de l'EPA Bordeaux Euratlantique, exprimant les coûts de dépollution en fonction des différentes typologies de pollution :

« L'économie de la dépollution à Bordeaux (transport et traitement) peut se résumer ainsi :

- Non inertes dangereux (gisement de dizaines à centaines de tonnes) : 150 € à 400€ HT/tonne pour stockage à plus de 400 km, 250 à 400 € HT/tonne pour incinération,

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

- ☐ Non inertes non dangereux (gisement de centaines à milliers de tonnes) : 60 à 90 € HT/tonne pour traitement au sein de l'OIN (cas de la mutualisation du traitement des hydrocarbures-HAP) ou en biocentre hors OIN, 80 à 100 € HT/tonne pour stockage hors site,
- ☐ Inertes (gisement de milliers à dizaines de milliers de tonnes) : 10 à 15 € HT/tonne pour stockage hors site (5 à 8 € HT/tonne sans le transport)
- ☐ Confinement de sols pollués, in situ ou nécessitant une mise en place spécifique : 10 à 40 € HT/tonne
- ☐ Banalisable (réservé aux argiles naturelles non polluées) : 5 à 10 € HT/tonne pour valorisation ou stockage hors site sans contrainte environnementale. »

(Extrait de la stratégie de dépollution de l'EPA Bordeaux Euratlantique disponible en annexe B2)

Sans qu'ils soient transposables directement dans d'autres contextes locaux, les coûts indiqués ci-dessus fournissent des ordres d'idées de la différence de coût de traitement en fonction du type de pollution.

La pratique montre par ailleurs que la coordination entre aménageurs et collectivités est essentielle pour garantir le succès de la démarche de dépollution. Cela passe par une bonne communication et une gestion efficace des risques, mais aussi par la mise à jour régulière du plan de gestion des sols en fonction des découvertes et des nouvelles données disponibles.

3.1.3 Réactiver, reconstituer, refertiliser

Disposer de terres de qualité suffisante pour la renaturation et éviter l'importation et de terre végétale, coûteuse et environnementalement peu vertueuse, suppose de s'interroger sur la manière de faire avec les sols urbains en place, de qualité variable. Ceux-ci nécessitent souvent des opérations spécifiques pour leur permettre de recouvrer leur qualité fertile et (re)créer un site vivant capable d'accueillir de la biodiversité.

Le programme Démonstrateur de la Ville Durable a permis à des aménageurs d'expérimenter différentes méthodes (exemples des projets Parc Méridia, Bongraine et Pirmil-Les Isles notamment). Au-delà des techniques testées (fertilisation avec engrais verts, activation biologique... voir ci-après), ces projets montrent qu'une bonne prise en compte de la qualité des sols nécessite du temps et une gestion anticipée, notamment pour le stockage des terres et la planification des apports. L'innovation portée par ces projets réside finalement en bonne partie dans leur capacité à mener la réflexion dans le temps long pour favoriser au plus tôt la végétalisation et le retour d'une certaine biodiversité, même si les résultats définitifs ne sont pas visibles immédiatement.

Potentialités du sol au regard des objectifs de végétalisation

Lorsqu'on souhaite éviter le recours à d'importantes quantités de terre végétale importée, il est nécessaire de s'interroger sur la capacité du sol disponible in situ à garantir une reprise et croissance de végétaux envisagés pour la renaturation.

Une des stratégies qui semblent les plus robustes et durables consiste à privilégier une renaturation par une végétation endogène et dans la mesure du possible, sur la base des sols disponibles sur les secteurs, c'est-à-dire avec une végétation déjà implantée et adaptée au contexte local.

C'est cette stratégie qu'a souhaité développer Nantes Métropole Aménagement dans le cadre de l'opération DVD Pirmil-Les Isles. Pour cela, l'aménageur a dû vérifier la compatibilité des sols en place avec la palette végétale envisagée et permise par la disponibilité proposée par les filières locales de production. Compte tenu des durées très longues de mise en culture des végétaux, cette vérification a été engagée très tôt dans le projet, via des expérimentations de jardins-tests permettant de comparer différents scénarios de composition du sol (voir encadré ci-dessous).

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

Focus sur le procédé de fertilisation du projet DVD Pirmil-Les Isles (Nantes Métropole Aménagement)

Le projet de Pirmil-Les Isles (158 ha, 3300 logements, 100 000 m² de bureaux, activités et commerces), situé sur les communes de Rezé et de Nantes, a été pensé dès l'origine autant comme un projet de renaturation que de construction, avec un objectif de plantation massive.

L'aménageur Nantes Métropole Aménagement a lancé des expérimentations sur 2 espaces tests de la ZAC, dont l'une concerne la fonctionnalité du sol : le Jardin-test dit de « Transfert » teste la capacité de différentes compositions de sol à être mises en place et généralisées à l'échelle du quartier. Cette expérimentation consiste en un prototypage du couple végétal-sol réalisé à partir d'une dizaine de planches d'essai de palettes végétales sur une variation de composition de sol (sables + terres végétales + compost). Un suivi est réalisé pendant 3 ans pour évaluer la composition qui fonctionne le mieux.

Les premières conclusions indiquent que la composition comportant jusqu'à 85 % de sables est viable et généralisable à l'échelle du quartier.

Grâce à cette expérimentation, le projet d'aménagement de Pirmil-Les Isles va privilégier l'utilisation du sol existant, sablonneux et très peu fertile, en l'enrichissant avec le strict nécessaire de terre végétale et de compost.

	Essai 8	Essai 1	Essai 7	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 6	TOTAL
Sable	100	90	90	85	80	70	60	
TV		10		10	10	30	30	
Compost			10	5	10		10	
bon	63%	78%	76%	59%	72%	70%	67%	69%
moyen	17%	19%	15%	28%	17%	22%	24%	20%
mauvais	20%	4%	9%	13%	11%	7%	9%	11%

Constat de l'état des plantations de lianeux au 22.02.22 - (Biotech)

Premiers résultats de l'expérimentation fournissant des indications sur l'état des végétaux mis en place selon la composition des sols testés (source : Nantes Métropole Aménagement)

Fertilisation des terres in situ avec de la biomasse vivante ou morte

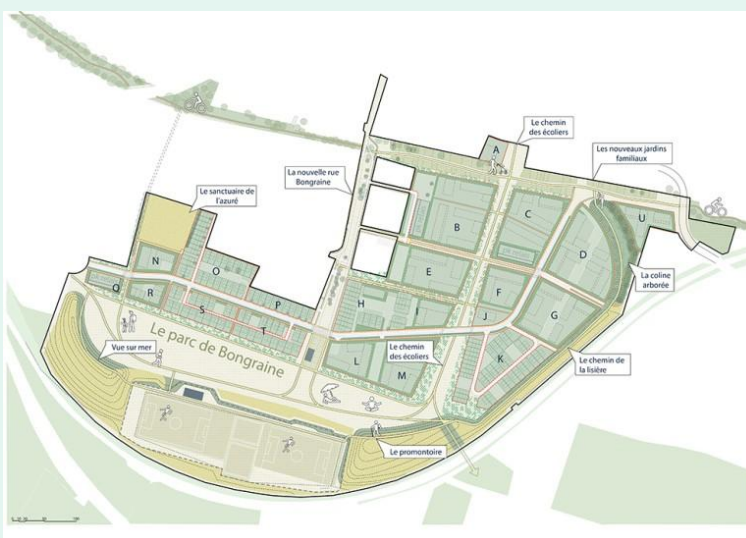
Dans certains cas, les terres disponibles sur site ou provenant d'opérations situées à proximité ne sont pas suffisamment fertiles pour accueillir la végétalisation prévue. Des techniques de refertilisation doivent donc être envisagées ; elles mettent en œuvre des apports qui peuvent être de différentes natures et doivent s'apprécier sur différentes temporalités :

- Amendements organiques et minéraux (effets généralement de court terme).
- Engrais verts : semis de végétaux ayant différentes propriétés régénératrices du sol et améliorant plus durablement la fertilité des sols.
- Activation biologique « boostée », où il s'agit de stimuler l'action des micro-organismes (ex : bactéries, champignons) et de la faune du sol (ex : vers de terres) et lui permettre de retrouver une fertilité plus durable.

Les encadrés qui suivent présentent les situations rencontrées et les solutions expérimentées pour répondre à ce défi de la refertilisation dans le cadre des projets DVD Bongraine, Parc Méridia et Merignac Soleil.

Focus sur la stratégie de fertilisation du projet DVD Bongraine (Aquitanis)

Dans le cadre du projet Bongraine (cf. présentation plus complète au §3.2.1), les terres utilisées proviennent d'un processus de réemploi à l'échelle du territoire de l'agglomération de la Rochelle et ont ensuite fait l'objet d'une réflexion approfondie autour de la spatialisation et de la planification de la phase d'enrichissement in situ des terres récupérées. Cette réflexion a été organisée par l'aménageur Aquitanis, accompagné par le bureau d'études Fleur de Sol, dans le cadre d'une mission AMO.





Projet Bongraine, source : Agence Sathy

Les terres présentes initialement sur le terrain de l'opération, ancien site ferroviaire, présentaient un taux de pollution très élevé. Les 55 000 m³ de mâchefer présents sur site ont été revalorisés pour constituer des buttes en périphérie du projet, ayant un impact paysager important (jusqu'à 4 à 5 m d'altimétrie). Ceux-ci ont été valorisés en tant qu'espaces de compensation, notamment pour deux espèces protégées présentes sur le site.

Dans la phase d'incubation du projet, les terres récupérées ont été stockées en andain (le stockage des terres est abordé au §3.2.1 du présent livrable). La flore spontanée a pu s'installer sur ces zones de stockage, permettant de protéger les sols et d'éviter l'érosion. Cependant, ce laisser-faire n'offre pas un gain de qualité optimal des sols stockés, représentant plutôt une stratégie de mise en attente.

La mise en place des pistes de chantier entraînant un déplacement des terres stockées va permettre de planifier l'enrichissement des sols, notamment grâce à la mise en place de massifs rectangulaires sur le parc au sud du projet, qui sera par la suite dédié aux espaces verts et à des équipements sportifs.

Le projet Bongraine prévoit l'utilisation de différentes méthodes de refertilisation sur ces massifs rectangulaires :

-  L'engrais vert (biomasse végétale vivante) : c'est un processus qui consiste à planter des graines herbacées de différentes espèces afin de réaliser un couvert végétal sur les terres travaillées. L'engrais vert permet d'apporter de l'azote au sol, grâce au système racinaire. Lorsque l'engrais vert atteint sa maturité, il est détruit et la matière résultante est soit laissée sur place, soit intégrée au sol pour en améliorer la structure et l'enrichir.
-  Le compost et le broyat de bois (biomasse végétale morte) : l'utilisation de cette technique permet un enrichissement du sol en carbone, en azote et en phosphore organique et minéral. Ce matériau est plus rare et coûte plus cher que la mise en place d'un engrais vert, et la diversification des méthodes d'apport de matière organique permet d'enrichir la diversité de la biologie des sols travaillés. Ces deux raisons expliquent pourquoi la combinaison des deux processus est intéressante et sera favorisée dans le cas de Bongraine.

Le choix de traitement de ces terres sous forme de massif rectangulaire a été fait car cela convenait aux contraintes et atouts du site (surface du parc urbain notamment) et coûtait moins cher que le traitement sous forme d'andain. Cependant, Olivier Damas précise qu'il est aussi possible de refunctionaliser les sols sur leur position définitive.

Le délai de référence pour la refertilisation des sols est de 18 mois (soit deux saisons de végétation) afin d'atteindre des conditions optimales pour un projet d'aménagement. Le projet Bongraine

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

prévoit le début des plantations à l'automne 2025, après une saison de végétation consacrée à la refertilisation. Il sera alors possible de cultiver en même temps des engrais verts et des arbres, une méthode qui permet de gagner du temps tout en améliorant la qualité du sol pendant que les arbres s'enracinent.

La réflexion du projet Bongraine a aussi abouti à la mise en place de déclinaisons d'épaisseurs de sols selon les plantations :

- ☐ Herbacées : 30 cm
- ☐ Zones plantées d'arbres et noues : 60 cm
- ☐ Arbres d'alignement : 90 cm.

Cette réflexion permet une économie de terre fertile, d'autant plus que la qualité des sols ne peut être travaillée que sur 30 cm d'épaisseur pour des raisons d'oxygénation. Ainsi, sur les sols de 60 et 90 cm, uniquement 30 cm de ces sols seront des terres retravaillées à l'aide d'apport de biomasse végétale.

Activation biologique in situ

Focus sur le projet d'activation biologique des sols sur le projet DVD Mérignac Soleil (La Fabrique de Bordeaux Métropole)

N.B. : au moment de la rédaction de ce livrable, le projet d'activation biologique n'a pas encore démarré mais les principes sont exposés ci-après.

La renaturation du projet DVD Mérignac Soleil (voir plus haut § 3.1.1) comporte différentes spécificités, dont le besoin de travailler à la parcelle puisque cette opération a lieu sur une zone commerciale qui restera en activité durant toute la durée des travaux. L'activation biologique en laboratoire n'a pas été choisie sur ce projet d'aménagement, qui favorise plutôt l'apport de matière organique et la plantation de prairies d'activation.

Une fois décroutés et retravaillés, les sols du site de Mérignac Soleil seront activés biologiquement à travers un protocole défini par l'AMO Hekladonia, qui prévoit de :

- ☐ Nourrir le vivant en apportant de la matière organique avec des variations dans les teneurs en carbone et azote : compost, paille, bois raméal fragmenté, feuilles mortes... ce qui permet de (re)lancer tous les cycles de matières du sol.
- ☐ Apporter des micro-organismes locaux, principalement les bactéries, champignons et vers de terre (process de biodynamisation).
- ☐ Activer les symbioses plantes-microbes via la plantation d'une prairie d'activation adaptée à des sols pauvres et jeunes, à la présence de matières organiques non humifères et non dégradées, et à une faible abondance au sein des populations d'organismes symbiotiques (microbes).

Après la plantation des prairies d'activation, une phase de maturation biologique est à observer. Les fenêtres pour réaliser l'activation biologique sont restreintes dans une année et se limitent aux mois de mars-avril ou septembre-octobre. Les durées de maturation biologiques seront de minimum 8 mois à 1 an pour une activation de printemps (mars-avril) ou de 1 an à 17 mois pour une activation d'automne (septembre-octobre).

Les plantations définitives pourront prendre place après cette maturation biologique.

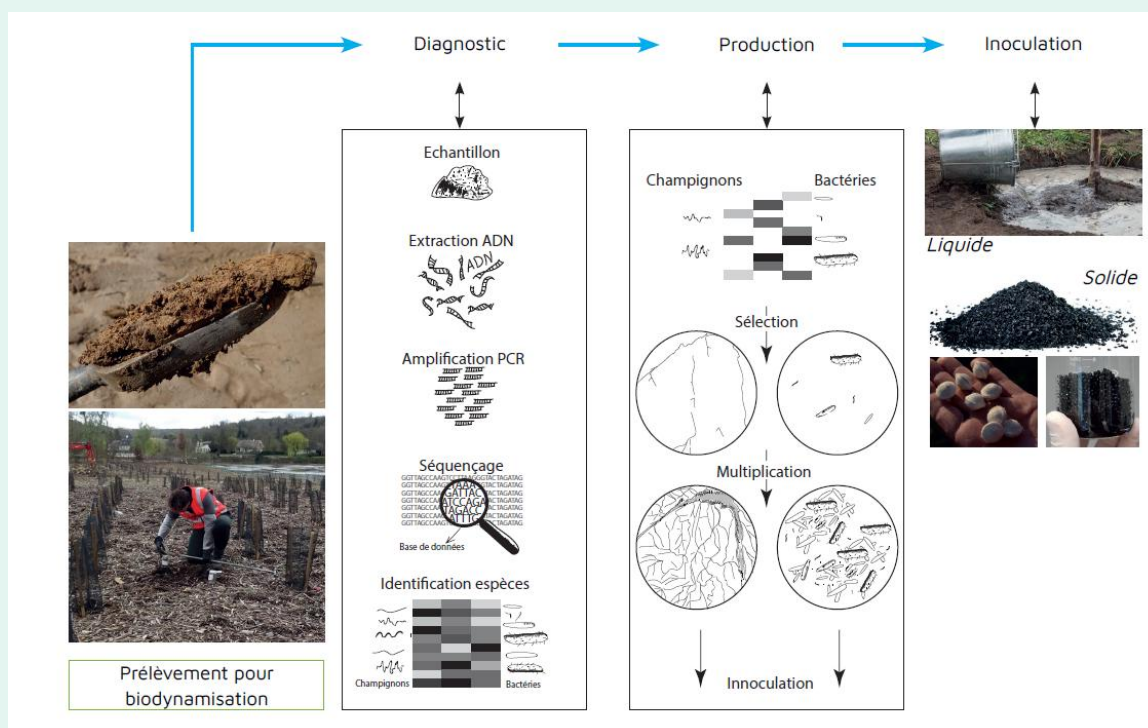
3 – RECREER DES SOLS FERTILES

Activation biologique en laboratoire

Focus sur le procédé d'activation biologique du projet DVD Parc Méridia (EPA Nice Ecovallée)

Pour l'opération Parc Méridia, l'EPA Nice Ecovallée a opté pour un processus innovant, testé dans le cadre du programme DVD, d'activation biologique des sols en laboratoire après la préparation du sol.

La préparation du sol consiste à restructurer le sol, en désartificialisant, reconstituant les structures minérales et les couches lithologiques du sol. Ensuite, les microorganismes présents dans le sol sont extraits, multipliés en laboratoire, puis observés sur une période de 6 à 9 mois avant d'être réintroduits (inoculés) dans le sol afin de suivre leur évolution et leur impact sur les végétaux et les écosystèmes du site.



Processus de biodynamisation des sols – source : EPA Nice Ecovallée. Le document présentant la stratégie de renaturation de l'EPA Nice Ecovallée pour le projet du parc Méridia est disponible en annexe A2.

Ce protocole est adaptable à d'autres territoires : bien que la typologie des sols varie d'un site à l'autre, la méthodologie reste identique. Le climat local doit également être pris en compte lors de la réplification des microorganismes, car les besoins peuvent différer. De plus, le suivi en phase d'initiation doit être ajusté en fonction des observations spécifiques à chaque site.

Le modèle économique de cette approche mérite d'être souligné. Bien qu'il représente un investissement initial, la réintroduction de terres de qualité permet de réduire le coût global du projet. En effet, l'activation biologique favorise la croissance accélérée des végétaux et renforce leur robustesse, ce qui diminue les besoins en entretien à long terme. En complément, ce processus innovant permet de réutiliser totalement les terres du site et donc de ne pas s'approvisionner en terres extérieures, ce qui permet de réduire drastiquement les coûts d'approvisionnement et de transport en terre végétale.

3.2 Réemployer les terres

3.2.1 Assurer la faisabilité technique et économique de la gestion circulaire des terres

L'ADEME définit l'économie circulaire comme « un système économique de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement tout en développant le bien-être des individus ». Ainsi, mener une démarche de gestion circulaire de terres implique de réfléchir aux différents usages possibles des terres avant de les considérer comme un déchet et de réemployer des terres excavées d'autres projets de BTP au lieu d'utiliser de la terre végétale importée pour les projets d'aménagement.

Afin de réutiliser au maximum les terres excavées et éviter l'import de terres végétales, et donc proposer des projets plus vertueux, certains aménageurs mettent en place ou cherchent à mettre un système de gestion circulaire des terres, permettant le réemploi à l'échelle d'une opération lorsque celle-ci est d'envergure, de plusieurs opérations, ou à l'échelle territoriale (commune, intercommunalité) dans le respect de distances de transport acceptables. Toutefois, dans la plupart des cas, les terres ne peuvent pas être 100% réutilisées. Une certaine proportion est irrécupérable et doit alors être traitée comme un déchet.

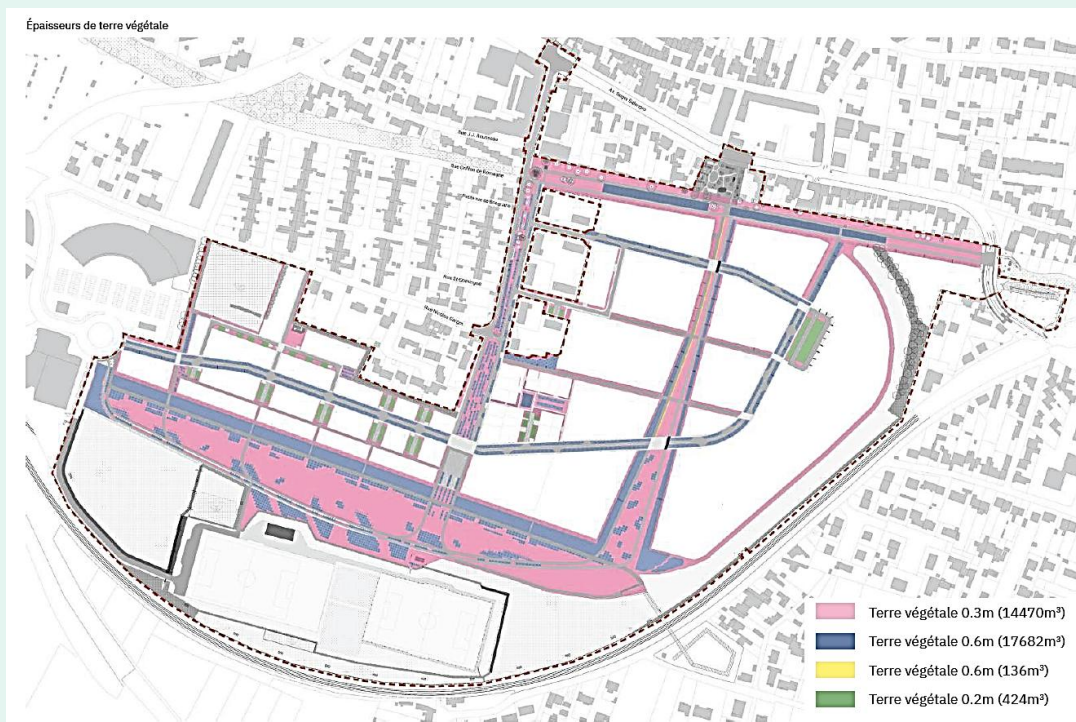
Une grande partie des propos suivants s'appuie plus particulièrement sur le retour d'expérience du projet Bongraine (voir encadré ci-dessous), qui s'inscrit dans une démarche territoriale portée par la communauté d'agglomération de la Rochelle et soutenue par l'aménageur Aquitanis.

Etude de réemploi des sols issus d'autres sites d'aménagement aux alentours – projet DVD Bongraine (Aquitanis)

Le projet Bongraine développe une stratégie de refunctionalisation des sols à l'échelle du territoire. Celle-ci se place dans la volonté de réduire l'impact carbone en trouvant des alternatives à l'apport de terre végétale. Le projet de Bongraine vise à être un projet pilote qui va donner l'occasion de développer des méthodologies pouvant être transférées sur les autres projets urbains de la communauté d'agglomération de la Rochelle.

Evaluation des besoins en matière de sol

Les sols du territoire de La Rochelle, et plus particulièrement ceux du site de Bongraine, sont peu profonds. L'analyse des besoins repose sur une stratégie différenciée des volumes d'apport de terre nécessaires, avec plusieurs horizons de sols envisagés en fonction du paysage à développer sur la ZAC. Le besoin pour la ZAC est considérable (espaces publics et espaces privés) et a été évalué à 58 000 m³ de terres nécessaires (sachant que seulement quelques centaines de mètres cubes ont pu être conservés à l'issue de la phase de dépollution).



Les différentes épaisseurs des terres végétales sur le projet Bongraine © Aquitanis

Caractérisation des sols en place

Cette caractérisation a été effectuée avec des mesures in situ par sondages à la tarière notamment.

Identification des projets urbains/des opérations immobilières d'ampleur suffisante à proximité pour estimer le gisement terre mobilisable

Pour répondre aux besoins en terre, des procédures de gestion rigoureuses ont été mises en place. Les AMO ont permis d'identifier les terres les plus propices à accueillir la végétation et la biodiversité, à travers une analyse précise de leur composition et de leur nature. Ce processus, bien que complexe, garantit un travail de grande précision. Pour ce projet, un fichier de sites donneurs potentiels situé dans un rayon de 30 kilomètres autour du site a été constitué.

Analyse réglementaire et juridique

Le projet portait une volonté initiale de créer une « fabrique de terre » consistant à amender le substrat, assez pauvre, pour recréer un sol sur la ZAC. Cependant, les terres excavées utilisées hors site d'origine sont normalement considérées comme des déchets et doivent être traitées par une ICPE (installation classée pour l'environnement). La réglementation a évolué récemment en proposant la mise en place d'une procédure de sortie du statut de déchet pour sécuriser l'utilisation de matière première secondaire : « tout producteur ou détenteur de déchets peut demander à l'autorité compétente de fixer des critères pour que des déchets qu'il produit ou détient cessent d'avoir le statut de déchets » (décret n° 2021-380 du 1er avril 2021 relatif à la sortie du statut de déchet).

Une analyse des différentes ressources possibles pour constituer le sol a donc été menée afin de définir, pour chaque type de ressource, le processus à mettre en œuvre pour qualifier la ressource et le conformer aux dispositions de la réglementation, en comparaison avec l'apport de terres végétales :

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

- Pour les **terres excavées** sous réserve qu'elles soient issues d'un site non pollué : le processus passe nécessairement par une phase de levée de doute normée (NF X 31-620-2) ; il est nécessaire de vérifier que les terres ramenées aient une nature proche du site de la ZAC (caractérisation agronomique). Il faut également rédiger une convention de cession entre le site donneur et le site preneur, déclarer l'apport de terre, puis prévoir un plan de récolement.
- Pour les **matériaux organiques** : afin de constituer cette composition « physico-chimique du substrat » qui permet le développement de la biodiversité, un travail est encore nécessaire avec les services de la DREAL pour en préciser l'impact et permettre la mise en place d'une déclaration spécifique compatible avec la réglementation.

Modèle économique du réemploi

Points clés à prendre en compte pour les **conditions économiques du réemploi** :

- Le transport des terres : sur une première expérimentation sur le projet de Bongraine, il s'est élevé à plus de 10 euros par m³ de terre déplacée.
- Le coût de la mise en andain, qui nécessite un premier apport de terre et un régilage.
- Le coût de la main-d'œuvre nécessaire pour les opérations de refertilisation.

La contractualisation avec les propriétaires de terres excavées soulève également plusieurs questions :

- Le maintien à jour du fichier des sites donneurs et l'enjeu du dialogue avec les acteurs concernés.
- Le coût global du processus de fertilisation (pouvant aboutir à 70 euros/m³) alors que l'achat de terres végétales est de l'ordre de 35 euros/m³.
- La nécessité de bien définir le partage de la valeur de la terre excavée notamment entre aménageurs et terrassiers : aujourd'hui, un aménageur ne cherche pas à valoriser un surplus de terre dans son bilan d'aménagement, ce sont les prestataires (terrassiers) qui peuvent valoriser financièrement ce surplus de terre sur d'autres chantiers. Il serait donc nécessaire de faire préciser les conditions de gestion du surplus des terres dans les procédures de marchés passées par les aménageurs auprès des terrassiers, intégrant notamment la valorisation de l'apport d'ingénierie pour caractériser les terres du site donneur.
- La question des fonciers privés : la renaturation ne peut pas être seulement l'affaire des aménageurs pour garder un haut niveau d'ambition écologique, notamment sur les parcelles privées. L'équilibre économique d'un opérateur immobilier doit donc prendre en compte l'achat de terres végétales ou de terres traitées par l'aménageur dans une logique circulaire. Il apparaît la nécessité pour eux d'intégrer dans leurs bilans un budget en végétalisation suffisant pour pouvoir mobiliser l'achat de terres végétales. Si le projet d'aménagement arrive à revaloriser suffisamment de terres pour présenter un surplus après la prise en compte des besoins sur les espaces publics, l'aménageur est en capacité de formuler des prescriptions dans les fiches de lot (sur le rachat de terres entre autres), mais ce pouvoir reste limité notamment quand la différence de prix entre ces terres revalorisées et de la terre végétale neuve est trop importante.

Conditions de stockage in situ

En ce qui concerne la durée de stockage des matériaux, le stockage en andain, privilégié pour l'instant, permet au sol à la fois de garder sa qualité et de mettre en place des processus qui seront de nature à enrichir les sols avec des semis d'engrais vert. La planification de cet enrichissement permet de définir différentes phases de modification de la composition des sols dans le temps, de façon à leur donner une qualité optimale lors de l'étape de replantation.

Il est également possible de stocker les terres en couches rectangulaires d'un mètre d'épaisseur maximum, car l'effet bénéfique sur le sol diminue avec la profondeur. Cette méthode permet de

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

limiter les phénomènes de ruissellement associés au stockage en andains, au profit de processus d'humectation et de dessèchement plus maîtrisés. Comme l'amélioration des sols doit être réalisée en amont du projet, cela nécessite de disposer d'un espace suffisant sur site. Le grand parc prévu à Bongraine se prête bien à cet exercice de revalorisation des sols. En revanche, toutes les opérations ne disposent pas d'une emprise foncière suffisante pour permettre un stockage par régalaie.

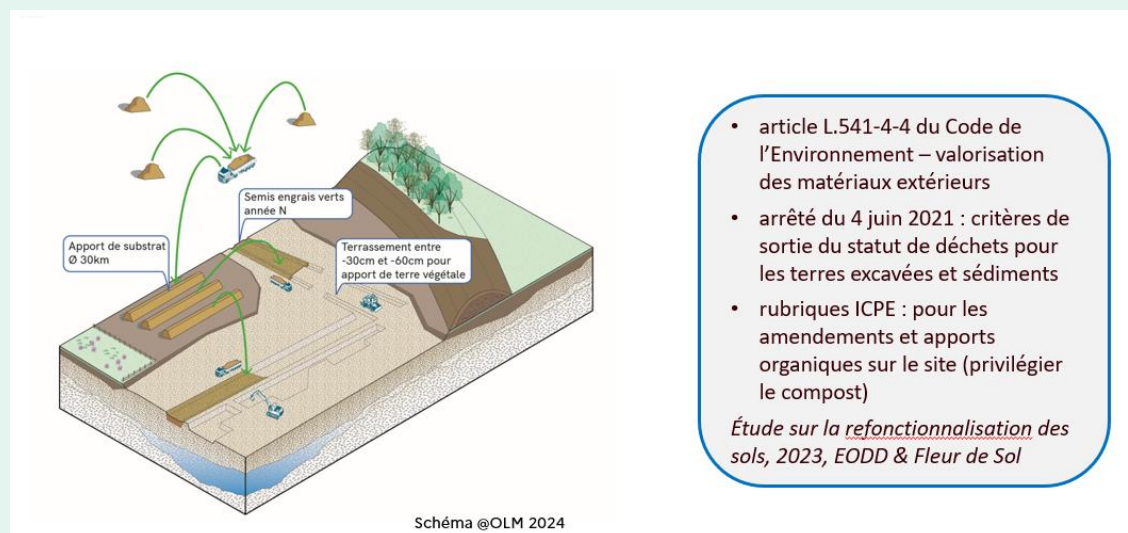


Figure issue de la présentation de Aurélie de Domingo lors des Rencontres ÉcoQuartier en juin 2024

Question de faisabilité économique du réemploi des terres excavées

L'exemple de Bongraine présenté ci-dessus pointe une difficulté majeure du réemploi de terres excavées, à savoir une réalité économique souvent défavorable par rapport à un apport de terres végétales, notamment lorsque ce réemploi doit intégrer des coûts de transport et des coûts de refertilisation.

Des pistes de solution ont néanmoins été évoquées lors des échanges du Lab2051 :

- un meilleur partage de la valeur des terres excavées avec les terrassiers (voir encadré ci-dessus) ;
- lorsque l'aménageur apporte une solution complète (terres refertilisée, compost), l'introduction d'obligations de rachat des matériaux dans les actes de vente, avec des prix planchers, assortis de prescriptions sur la végétalisation des espaces extérieurs des différents lots promoteurs (voir solution proposée dans le cadre du projet Pirmil-Les Isles, encadré du § 0).

3.2.2 Organiser le réemploi

Mettre en place une plateforme de réemploi

Pour une opération de taille importante où les volumes de terre sont conséquents, il peut devenir utile voire nécessaire de mettre en place une plateforme de réemploi, permettant de traiter in situ les terres excavées, afin de les trier et de réemployer celles qui s’y prêtent, et plus généralement de gérer les flux. Ces plateformes de réemploi peuvent s’envisager à l’échelle de plusieurs opérations, sous réserve que les distances restent acceptables.

Les aménageurs relèvent plusieurs points d’attention, voire de vigilance, pour la mise en place de plateformes de réemploi des terres :

- Enjeux fonciers et opérationnels : emprise nécessaire sur site qui peut s’avérer difficile à trouver dans les projets en milieu urbanisé, problématiques opérationnelles de coexistence d’une plateforme sur site avec les contraintes de chantiers, de livraisons des lots, etc.
- Enjeux économiques, de filières et de montage : l’aménageur n’est pas seul à être impliqué dans la viabilité de la plateforme (cf. exemples de Bongraine ci-dessus, ou de Parc Méridia ci-dessous). Les questions de sources et débouchés autres que ceux concernant directement l’opération doivent être posées, tout comme celle de la gestion des flux (transport).
- Enjeux réglementaires, notamment en matière de traçabilité, qui peuvent freiner la mise en œuvre des terres.
- Enjeux d’acceptabilité, ces plateformes pouvant faire l’objet d’oppositions de la part des riverains.

Développer une stratégie complète de réemploi des terres

La stratégie de réemploi des terres de l’EPA Nice Ecovallée

La stratégie de réemploi des terres de l’EPA Nice Ecovallée s’inscrit dans une stratégie plus large d’économie circulaire sur son périmètre. Les avancées sur ce sujet sont portées en partenariat avec la Chambre de Commerce et d’Industrie (CCI) et la Métropole.

Cette stratégie se déploie en plusieurs phases, visant à maximiser la réutilisation des terres extraites lors des phases d’aménagement tout en minimisant l’impact environnemental.

Phase 1 : L’objectif initial est d’identifier les acteurs de l’économie circulaire présents sur le site, en analysant les synergies possibles. Cette étape comprend également une évaluation des gisements de terres disponibles et des besoins locaux, ainsi que les interactions potentielles entre les différentes ZAC. Cela permet de comprendre comment les terres extraites peuvent être réemployées dans des projets voisins ou au sein des mêmes opérations d’aménagement.

Phase 2 : Deux scénarios sont explorés pour la gestion des terres extraites. Le premier scénario se concentre sur l’exploitation des synergies existantes, en s’appuyant sur les acteurs disposant de fonciers ou de compétences spécifiques dans le réemploi des terres. Le second scénario propose la

création d'une plateforme de réemploi et de stockage des terres. Cette plateforme pourrait servir à stocker des terres fertiles destinées à l'agriculture urbaine, des terres argileuses pouvant être transformées en matériaux de construction en terre, ou encore des terres utilisées pour des remblais classiques de voirie ou de terrassement. L'étude analyse les différents types de débouchés possibles pour ces terres, avec un focus particulier sur la réutilisation des terres fertiles, qui constituerait la **vocation principale de ces plateformes**.

Phase 3 : Cette phase consiste à définir la stratégie d'économie circulaire à déployer. L'enjeu est de déterminer les acteurs concernés, de modifier leurs pratiques pour intégrer les principes de l'économie circulaire et de mettre en place un protocole à respecter sur les chantiers. Un aspect crucial est la gestion du foncier, avec la mise à disposition de terrains pour la création de ces plateformes de réemploi, qui pourraient être situées en dehors des ZAC, mais toujours sur le périmètre de l'EPA.

La stratégie de réemploi des terres dans le projet de Pirmil-Les Isles (Nantes Métropole Aménagement)

L'opération d'aménagement va générer au total près de 300 000 m³ de déblais. Nantes Métropole Aménagement, dans ce contexte, a souhaité appliquer le principe de l'économie circulaire en étudiant la possibilité de valoriser les terres excavées sur site et de produire des terres fertiles également sur site à partir du sol existant. Le DVD de Pirmil-Les Isles vise à mettre cette stratégie de gestion circulaire en pratique en :

- ☐ aménageant un espace de gestion des matériaux de chantier,
- ☐ caractérisant des matériaux in situ pour assurer la compatibilité sanitaire,
- ☐ réalisant l'ensemble des travaux de terrassement pour déblayer les matériaux réemployables,
- ☐ traitant et stockant les matériaux sur site (concassage, criblage, préparation des technosols),
- ☐ assurant l'exploitation, la gestion, la traçabilité des matériaux,
- ☐ assurant le suivi environnemental et en mesurant l'impact sur l'environnement.

La gestion circulaire des matériaux est désormais en phase opérationnelle, avec l'aménagement d'un espace dédié à la récupération des terres inertes collectées lors des travaux de terrassement.

Ces terres sont préparées pour le réemploi dans le périmètre de la ZAC. Les entreprises en charge ont conçu l'aménagement et assurent la traçabilité des terres. Elles gèrent également le traitement technique des sols pour leur réemploi et la production de terres fertiles. Ces terres seront utilisées dans les espaces publics et seront également mises à disposition des opérateurs immobiliers. L'aménageur, avec l'appui de sa maîtrise d'œuvre, veille à cadrer les méthodes et notamment celles qui concernent le volet réglementaire.

Pour mobiliser les opérateurs, il a été porté à leur connaissance le processus de gestion circulaire des terres et de fabrique des technosols dès le stade de consultation des groupements pour l'attribution des îlots, via le cahier de vue d'ensemble de la ZAC joint aux dossiers de consultation. Ce document apportait notamment des informations sur la composition des technosols et la formule pour le calcul du prix de vente.

La maîtrise de l'impact économique a été appréhendée par le biais du cahier des prescriptions générales, qui imposait dans les bilans des opérateurs un budget « paysage » sanctuarisé afin de garantir la participation des îlots privés à la constitution de la ville nature, de répondre aux enjeux environnementaux et de s'assurer de la création de jardins répondant aux besoins des habitants. Au lancement de la consultation, ce budget d'aménagement appréhendé par le paysagiste concepteur de la ZAC intégrait de fait l'estimation du coût des technosols connu à date.

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

Au stade des promesses de vente, Nantes Métropole Aménagement a précisé les conditions de cession et le prix de vente des technosols. Le contrat de cession des technosols sera signé avant le lancement des consultations pour l'attribution des marchés de travaux par l'opérateur.

Anticiper les oppositions et fédérer les acteurs

La mise en place et le déploiement de plateformes de réemploi peuvent également se heurter à d'autres problématiques qui n'ont pas été abordées lors des ateliers du Lab2051 mais qu'il est important de considérer, telles que les **conflits d'usages** ou la nécessité de trouver une **gouvernance adaptée**.

- À Nantes, par exemple, un article du Moniteur du 27 septembre 2024, rapporte l'opposition des riverains face à une plateforme de traitement des déblais de chantiers. Le site retenu ne fait pas consensus auprès des habitants. En réponse à cette opposition, la métropole et les aménageurs ont instauré un comité de suivi pour ajuster le projet, incluant l'installation future de capteurs acoustiques et d'une station de mesure de la qualité de l'air. Malgré l'absence de risques avérés pour les riverains, ces derniers ont déposé une première requête devant le tribunal administratif.
- La difficulté de trouver la bonne gouvernance est également un enjeu identifié dans la démarche de l'Atelier des Territoires en Indre-et-Loire (37), qui a entamé une réflexion visant à déployer une plateforme locale de gestion des terres pour l'agglomération tourangelle.

Extrait de l'ouvrage « Sols vivants – mieux prendre en compte les sols dans l'aménagement », sous la direction de Jean-Baptiste BUTLEN, Pauline SIROT et Mathurin BASILE, juin 2024

Cet ouvrage reprend les réflexions menées lors de l'Atelier des Territoires, notamment les réflexions initiées autour de l'organisation de la mise en place d'une plateforme de réemploi des terres.

La mise en place de cette plateforme exige un changement de pratique, autour du mode de coordination des acteurs, mais également du modèle économique.

Concernant la gouvernance, **deux systèmes de régulation de la gestion des terres** peuvent être envisagés :

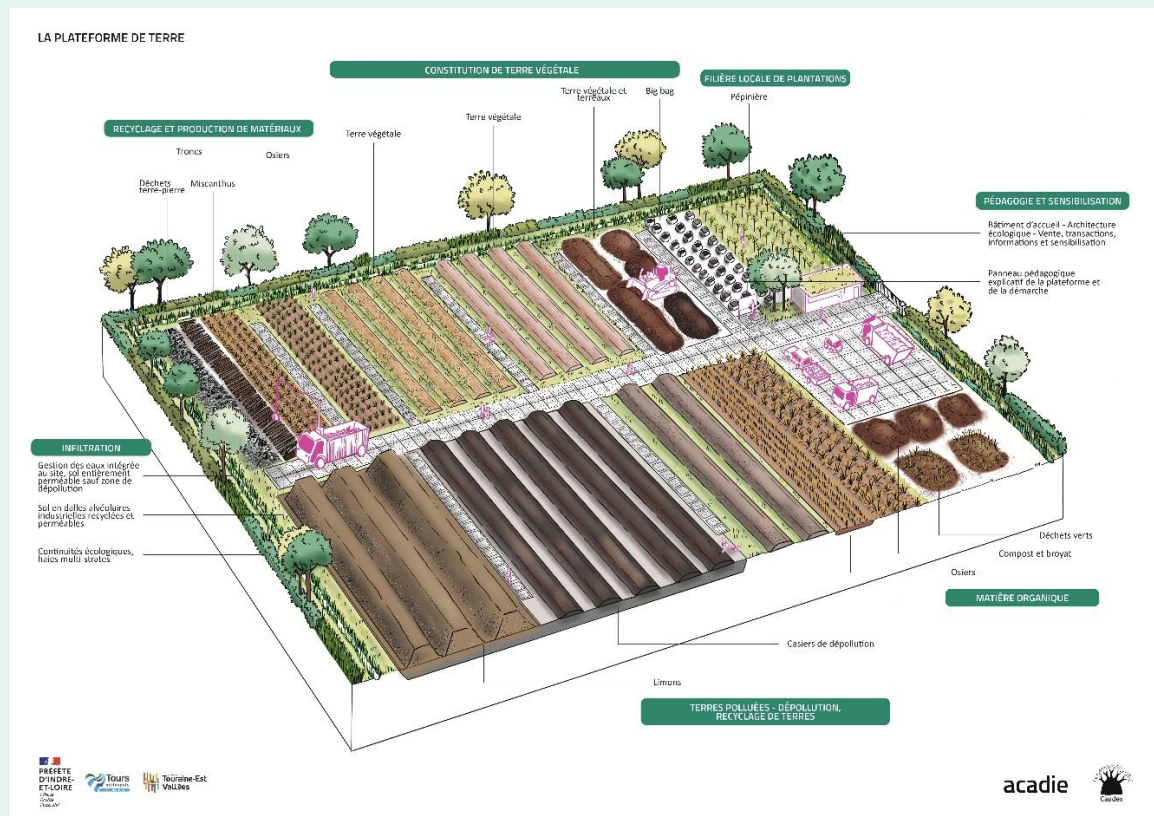
- Un encadrement plus important de ce marché en lien avec la multiplicité des acteurs privés (terrassiers, gestionnaires de plateforme de terres polluées, etc.),
- Ou une intervention plus importante des acteurs publics : la circularité des terres serait organisée par un opérateur territorial.

C'est le second modèle qui a davantage été travaillé. Celui-ci invite à s'interroger sur l'échelle d'activité de la plateforme et la structure publique de portage capable d'animer le dialogue intersectoriel et interterritorial (EPFL, SCoT, Métropole, Etat local). Les réflexions à l'issue de l'atelier étaient encore ouvertes mais il a été souligné qu'une plateforme nécessite un investissement public initial partagé et doit s'appuyer sur des initiatives locales existantes.

3 – RECREER DES SOLS FERTILES

L'autre enjeu important pour la mise en place d'une plateforme est la nécessaire stabilisation du modèle économique. Les promoteurs associés dans le cadre de l'atelier disaient être séduits par un tel projet mais ne peuvent envisager d'utiliser les terres que si c'est « le même prix ou moins cher » que les filières « classiques ».

Le succès d'une telle plateforme passe par la capacité à faire fédérer et dialoguer l'écosystème d'acteurs concernés localement : des aménageurs aux plateformes en réseau déjà existantes, en passant par les fédérations d'entreprises BTP, les acteurs publics et les organismes de suivi et de qualité des terres, etc.



Organisation possible d'une plateforme de terre, Caudex

4 AVEC QUELS VÉGÉTAUX RENATURER ?

4.1 Choisir les essences adaptées

Réussir la renaturation dans le cadre d'une opération d'aménagement impose de rompre avec une approche purement ornementale et fonctionnelle de la nature en ville. Cela nécessite que le travail de l'aménageur et du concepteur paysagiste qui l'accompagne se fasse en tenant compte également de critères écologiques, pédologiques, d'entretiens... en se projetant jusqu'à la livraison des espaces extérieurs, mais surtout sur le temps long et pluriannuel (échelle de temps à laquelle il s'agira d'apprécier la tenue et le rôle des strates arborées et arbustives dont la pousse se compte en années).

Bien définir ses critères de sélection

Dans ce contexte, et en parallèle de réflexions et travaux engagés sur la refunctionalisation des sols (voir partie précédente), il est primordial pour l'aménageur de s'interroger sur les végétaux les plus adaptés aux conditions et objectifs du site, à court et long terme, pour constituer un ensemble cohérent, résilient et respectueux de la biodiversité locale. Cela revient à bien identifier les différents critères qui vont ensuite conditionner le choix de la palette végétale, c'est-à-dire l'ensemble des espèces végétales mobilisées pour la renaturation (on parlera également d'essences pour les arbres et les arbustes).

→ Adaptation à l'environnement du site :

- qualité physico-chimique des sols (cf. partie 3) : il est important de garder toujours à l'esprit qu'une renaturation ne réussit qu'avec un bon couplage des dimensions sol / végétal / eau.
- autres contraintes à prendre en compte : expositions et ombrages, pentes, proximités d'infrastructures de réseaux, vues à préserver...

→ Adaptation au climat local, actuel et futur :

La stratégie consiste à privilégier des espèces qui sauront résister et prospérer dans le temps, en tenant compte des effets prévisibles du dérèglement climatique. C'est particulièrement vrai pour les arbres dont la durée de vie se compte en décennies.

- Nécessité d'une approche micro-locale dans certains secteurs, en particulier en outre-mer où les conditions peuvent être très variables d'un site à l'autre sous l'effet de microclimats.
- Rôle particulier de l'eau : le choix de la palette végétale s'appuiera sur les hypothèses de régimes pluviométriques issus des scénarios climatiques à long terme ; les dispositions de gestion des eaux pluviales sur site (infiltration, stockage éventuel) devront quant à elles s'accorder avec les besoins hydriques de la palette végétale retenue.

→ Contribution à la biodiversité locale :

- Intérêt de la renaturation : la palette végétale pourra être pensée pour sa capacité à renforcer la biodiversité en milieu urbain, en étant par exemple favorable à la restauration de continuités écologiques via ses différentes strates : couvre-sol, bulbes, herbacées, arbustes, arbres, grimpantes.
- Prise en compte des interactions avec la biodiversité locale : il s'agit de prendre en compte à la fois la biodiversité qui sera amenée à se développer sur le site de l'opération, voulue ou non, et celle qui voisine le site (présence d'espèces susceptibles de s'implanter sur le site, avec possible compétition) ; le choix de la palette végétale peut par exemple chercher à favoriser des espèces limitant la propagation d'espèces dites invasives.

→ Adaptation aux usages souhaités et à leurs conditions :

La composition de la palette végétale dépendra également des « fonctions » attendues de cette renaturation, reposant sur une approche évaluant les « services rendus par la nature » et les bénéfices associés.

- Qualité paysagère et ornementale, qualité récréative (voir sur ce sujet notamment la partie 5).
- Bénéfice en matière de santé : l'intérêt du végétal en ville pour la santé est de plus en plus documenté, mais néanmoins certaines précautions sont à prendre : il convient par exemple d'éviter les espèces allergènes.
- Lutte contre les effets d'îlots de chaleur urbains (ICU), grâce au rôle d'ombrage et d'évapotranspiration de la végétation. Notons toutefois que sur ce point, le choix d'une palette favorable à ce rôle de réduction des ICU peut venir en contradiction avec la nécessité d'adopter des essences qui vont s'adapter à des climats secs, ces dernières produisant moins d'évapotranspiration et ayant donc une action moindre sur le rafraîchissement de l'air. **Le groupe de travail du Lab2051 a considéré que**

l'on manquait de repères sur ce point, pourtant déterminant dans le choix de la palette végétale.

- Autres services écosystémiques : présence de plantes mellifères, brise-vent et brise-vues, fonctions nourricières (agriculture urbaine, arbres fruitiers)...
- Adaptation aux conditions d'exploitation et d'entretien (voir partie 5) : résistance au piétinement, à la pollution urbaine, fréquence et contraintes d'entretien (taille, arrosages, renouvellement des strates herbacées...)

→ Adaptation aux capacités des filières locales de production :

Le choix de la palette végétale des projets de renaturation doit aussi tenir compte des possibilités d'approvisionnement :

- En volume (les opérations d'aménagement de grande envergure pouvant mobiliser des quantités importantes de végétaux).
- Selon les essences sélectionnées : les essences indigènes privilégiées ne sont pas nécessairement celles produites par les pépiniéristes.
- Et selon le calendrier et les différents phasages de travaux de l'opération (avec bien souvent le souhait d'avoir des plants de bonne taille disponibles au moment programmé de la plantation).

Le recours à des végétaux produits localement nécessite donc une analyse fine des capacités locales de production et des échanges avec les pépiniéristes pour mettre au point des contrats de cultures adaptés (voir les exemples du § 4.2).

Mise en pratique : s'orienter dans la palette végétale avec une première approche par les services rendus par la nature

L'outil Sésame

Sésame, ou « Service Ecosystemique des Arbres Modulé par l'Essence » a pour slogan *planter sans se planter*. C'est un outil conçu par le CEREMA pour accompagner les collectivités dans l'élaboration de leur stratégie urbaine et paysagère, en particulier dans la conception et la prise de décision concernant la végétalisation du territoire, c'est-à-dire dans le choix des essences à planter en fonction des espaces et des attentes des usagers.

Depuis son lancement en 2019, Sésame a développé une base de données riche, comportant des informations sur 400 espèces (arbres, arbustes et plantes grimpantes) et offre une aide précieuse en fournissant des fiches détaillant les services écosystémiques rendus par chaque espèce et des indicateurs de performance, permettant ainsi de choisir les meilleures options pour chaque projet.

L'accompagnement proposé permet de définir précisément la palette végétale du projet, en fonction des attentes en matière de services attendus et des caractéristiques du site (climat, qualité des sols, etc.). De plus, la base de données est enrichie à chaque nouvel accompagnement, ce qui permet à Sésame de devenir un outil de plus en plus précis et performant pour la conception paysagère durable.

Pour plus d'informations, vous pouvez vous rendre directement sur la plateforme de présentation de l'outil : <https://Sesame.cerema.fr>. Le support de présentation utilisé lors du cycle du Lab2051 est consultable en annexe C1.

Repères sur les critères de choix d'une palette végétale adaptée aux sols en place

Le guide de l'INRAE « Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs » revient sur les indicateurs de qualité du sol en fonction des services rendus par la nature :

https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/resume_indiquasols_inrae_-_web.pdf

Se doter d'une palette végétale sur mesure, adaptée au site

→ S'appuyer sur les espèces rustiques et adaptées aux conditions du site

Il s'agira de trouver un bon équilibre entre :

- espèces locales, en misant sur leur diversité pour assurer leur résilience ;
- espèces nouvelles, pour conserver la diversité botanique tout en adaptant progressivement la palette aux conditions climatiques futures.

📍 Exemple de stratégie développée dans le cadre du projet DVD Pirmil-Les Isles (Nantes Métropole Aménagement)

Le projet DVD Pirmil-Les Isles porte l'ambition de planter 7 fois plus d'arbres qu'un projet d'aménagement ordinaire. Pour ce faire, l'aménageur a fait appel à un groupe d'ingénierie écologique qui a mené une réflexion approfondie autour du choix de la palette végétale adaptée. Cette réflexion s'inscrit dans la démarche développée par Nantes Métropole pour créer des flux de zones ombragées afin d'adapter le territoire au changement climatique.

La question de la trame des arbres a été un élément structurant pour l'ensemble du projet urbain. La palette végétale constituée compte 40 espèces :

- principalement des essences locales, plus rustiques et adaptées à la sécheresse et au sol sableux des bords de Loire, dont la grande majorité est des espèces spontanées sauvages locales.
- d'autres végétaux, qui viennent de la partie méridionale de la France et donc plus adaptés aux climats chauds, sélectionnés et plantés à titre expérimental

Un mix d'essences a été choisi pour anticiper le changement climatique, avec des essences à croissance rapide.

→ Prendre en compte de la dynamique du changement climatique à long terme

📍 Focus sur le Parc d'activités du Rivel (Communauté d'agglomération du Sicoval) – voir aussi § 2.2

Dans le cadre du projet démonstrateur de la ZAC du Rivel, le Sicoval a développé avec l'appui de l'ONF une méthode répliquable de choix de palette végétale et mis au point un outil Excel répartissant les espèces en 4 classes :

- **Catégorie 1 - Les essences inadaptées** : ces essences sont déjà affectées par les conséquences du changement climatique et les modélisations confirment l'accroissement de leur inadaptation au fil du temps. Leur utilisation est donc à éviter au maximum.
- **Catégorie 2 - Les essences faiblement adaptées** : ces essences, qui actuellement se comportent plutôt bien, vont être de plus en plus affectées par les conséquences du

changement climatique. Les modélisations prévoient une évolution régressive de ces espèces à long terme. Ces essences sont donc à utiliser avec modération en respectant l'ensemble de leurs exigences écologiques. Sur les sites où ces exigences ne seront pas satisfaites, il vaudra mieux éviter de les planter.

- **Catégorie 3 - Les essences d'avenir** : ces essences sont déjà présentes dans les plantations actuelles en faibles quantités et devraient bien supporter les conséquences du changement climatique. Les modélisations montrent une évolution stable ou positive à moyen et long terme. Leur plantation doit donc être encouragée, tout en respectant néanmoins leurs autres exigences écologiques.
- **Catégorie 4 - Les essences potentielles d'avenir à tester** : ces essences ne sont pas aujourd'hui plantées, ou très rarement, et il n'existe donc pas suffisamment de données pour réaliser des modélisations. Néanmoins, leurs origines et les observations de développement dans des collections botaniques et des arboretums en France et dans le monde, laissent penser qu'elles peuvent potentiellement être bien adaptées au climat de demain. Ces essences sont donc à tester davantage dans les programmes de plantations. Ces tests devront néanmoins être accompagnés d'un suivi dans le temps de leur comportement et de leur développement afin de vérifier si elles sont véritablement des essences d'avenir à encourager. Cette quatrième catégorie est une catégorie expérimentale visant à anticiper les nouvelles espèces prometteuses à développer sur le territoire, offrant ainsi aux maîtres d'œuvre un avantage stratégique.

Ces recommandations ont permis au Sicoval de réviser sa palette végétale, établie en 2019. Cette démarche a ainsi souligné la nécessité de mettre à jour cette palette végétale pour tenir compte des impacts du changement climatique et pouvoir planter dès aujourd'hui des espèces adaptées en capacité de prospérer sur le long terme. Les 135 espèces ont ainsi été classées, puis catégorisées en fonction d'une liste d'indicateurs choisis, tels que la qualité de l'ombrage, la régulation de la qualité de l'air, le maintien de la biodiversité, le stockage du carbone, la réduction du ruissellement, etc. Cependant, ces indicateurs restent difficiles à quantifier.

Contact pour plus d'informations sur cette méthode : Cécile Rodriguez du Sicoval : Cecile.Rodriguez@sicoval.fr

➔ Prendre en compte les spécificités d'un microclimat local et d'espèces indigènes

Le traitement en paysagisme mobilise souvent des espèces importées, inadaptées à l'environnement local (notamment climatique). C'est particulièrement le cas pour les aménagements en secteur tropical ou équatorial. Pour une renaturation durable et compatible avec un aménagement bioclimatique, il est nécessaire de recourir à des espèces spécifiques au microclimat local, en s'appuyant autant que possible sur les espèces indigènes.

📍 Focus sur le projet DVD de la ZAC Phaonce, porté par le Territoire de l'Ouest (Île de La Réunion)

L'une des innovations du projet démonstrateur de la ZAC Phaonce a porté sur l'élaboration d'une méthode de conception d'une palette végétale sur mesure et permettant de disposer d'une base de données adaptée au climat tropical du site. Fruit d'une collaboration avec le Conservatoire Botanique de Mascarin au travers de la démarche DAUPI (Démarche Aménagement Urbain et Plantes Indigènes) et des professionnels de l'aménagement, cette méthode se résume en 5 étapes principales :

- Créer une palette végétale d'espèces indigènes grâce à un outil en ligne réalisé par le Conservatoire Botanique de Mascarin.

- Privilégier les espèces indigènes et exotiques non envahissantes adaptées – choisir ou filtrer (éliminer) les espèces selon des caractéristiques biologiques, écologiques et statutaires.
- Privilégier des espèces facilement mobilisables au travers d'une stratégie végétale de production et de plantation (multiplication de quantités suffisantes et maîtrise culturale notamment).
- Privilégier des espèces selon leurs fonctions, leurs rôles dans l'aménagement (structuration des espaces, aménagements paysagers, confort thermique, fonctions (agro-)écologiques et leurs usages).
- Echanger avec des professionnels et des experts pour recueillir leurs avis, et éliminer / repêcher éventuellement certaines espèces non recommandées après le retour d'expérience de leur utilisation en aménagement.

Cette réflexion amont permet la mise en place d'une stratégie végétale visant à réintroduire des espèces indigènes actuellement absentes des aménagements paysagers. Cette stratégie implique une collaboration entre les secteurs public et privé, avec l'utilisation de serres publiques et le partenariat avec le syndicat des horticulteurs de la Réunion.

La méthodologie complète du choix de la palette végétale est disponible en annexe C3.

Définir sa stratégie de plantation

Focus sur le projet DVD Bongraine

Dans le projet Bongraine, les jeunes plants ont été privilégiés (arbres de 1 à 3 ans) pour tenir compte de l'épaisseur des sols (60 cm pour la plantation des arbres). Cette décision permet de limiter les volumes de terres à importer et à traiter, tout en étant en harmonie avec le territoire, car les arbres autour de Bongraine bénéficient également de 50 à 60 cm de terre.

L'enracinement dans la roche-mère calcaire est possible en plantant les jeunes arbres, ce qui facilite la reconstitution du système racinaire et leur ancrage dans le calcaire. De plus, les jeunes plants présentent généralement une meilleure qualité et un meilleur taux de reprise que les plants plus âgés. Pour exploiter cette méthode, il est important de les planter le plus tôt possible, notamment pour des raisons paysagères.

D'une manière générale, on peut considérer que plus les plants mis en place sont jeunes, mieux ils se développeront et mieux ils résisteront (intempéries, maladies, stress hydrique), moyennant certaines situations de compromis sur la taille minimale souhaitée, par exemple lorsque les capacités d'ombrage des végétaux sont recherchées.

4.2 Mobiliser les filières locales

S'appuyer sur des pépiniéristes locaux permet d'influencer l'offre des filières, d'encourager voire de relancer l'utilisation d'espèces naturellement présentes localement et ainsi de contribuer à la sauvegarde de la diversité des essences utilisées, à contre-pied de la tendance à l'uniformisation du choix des essences qui entraîne à long terme une perte de biodiversité et une exposition accrue au risque de parasites.

Dans ce contexte, l'anticipation et la mobilisation des filières locales s'imposent dans la mesure où les opérations de renaturation peuvent nécessiter :

- une disponibilité de végétaux en nombre important,
- des essences qui ne sont pas mises en production de manière courante,
- des délais de production compatibles avec ceux du planning de l'opération,
- et, le cas échéant, une adaptation à des cahiers des charges spécifiques (par exemple : âge des plants, tests de mise en culture sur différents substrats).

S'appuyer sur des contrats de cultures

Le contrat de culture permet à la collectivité ou l'aménageur de faire élever des plants par un pépiniériste, selon un cahier des charges bien précis définissant les essences et leur entretien durant la mise en culture, et ce, bien en amont de la mise en place définitive des plants sur site. Ce contrat favorise la sécurisation des approvisionnements, et pour le pépiniériste, il offre des débouchés et de la visibilité sur le long terme, y compris sur le plan financier. Permettant de prendre en compte le temps nécessaire à la pousse d'un plant, le contrat de culture est un outil intéressant pour toutes les parties.

Le contrat de culture du DVD Pirmil-Les Isles (Nantes Métropole Aménagement)

À l'issue d'un sourcing réalisé tout en amont du projet, l'aménageur a constaté que la filière locale de pépiniéristes, dans une situation de routine, n'était pas suffisamment dimensionnée et n'aurait pas la capacité à répondre aux volumes des marchés publics générés par l'opération (voire qu'elle n'existe pas encore pour l'arbre-tige rustique et local).

C'est donc dans ce contexte que le DVD Pirmil-Les Isles a passé un contrat de culture avec un groupement composé de 3 pépinières de la région labellisées « Végétal Local » : Pépinières Huault, Graine de Bocage et Fraxinus sp.

Ce contrat est une nouvelle forme de commande, qui permet d'assurer la fourniture de plants pour les futurs espaces publics du projet, selon les essences - majoritairement indigènes de la région nantaise (proportion de 70%) - et quantités attendues pour accompagner l'avancement du projet au fil des années. Il porte également un objectif d'accompagnement et de structuration de la filière.

Ce contrat intègre la collecte de graines en milieu naturel et la mise en culture des végétaux en pépinières sur 2-3 années dans des sols aux substrats similaires au site du projet pour garantir l'adaptation des végétaux à ces conditions de sols majoritairement sableux. Les techniques de culture proposées par les pépinières favorisent le stress des végétaux pour les rendre plus résistants et plus résilients aux effets du changement climatique.

La démarche « Végétal local », portée par le Ministère de la transition écologique et l'OFB, a été source d'inspiration pour le projet Pirmil-Les Isles. Elle consiste à travailler avec de la génétique locale, en agriculture biologique et en étroite collaboration avec les acteurs de la restauration des milieux pour répondre à leurs besoins. Cette démarche permet aussi aux aménageurs d'avoir une traçabilité depuis la semence jusqu'à leur livraison de tous les lots de végétaux labellisés.

Notons que ces contrats de cultures sont adaptés aux volumes importants et bien définis à l'avance. Il reste un sujet pour les nouvelles commandes, et notamment celles de petits volumes (par exemple pour les travaux sur les espaces extérieurs des lots privés) où les contraintes sont importantes pour les pépiniéristes (coûts fixes non absorbés).

Qu'en dit le Plan Nature en ville ?

➔ **Action 1.2.2 : Mener une étude prospective aux horizons 2030 et 2050 des besoins des filières de la nature en ville pour les semences et plants et la mettre en regard de l'offre actuelle**

Cette action répond à la problématique de la structuration des filières locales de végétaux. L'action se concentre sur l'anticipation des besoins à travers une étude prospective qui quantifiera les besoins futurs en graines, plants, substrat, ingénierie, entretien et gestion, comme prérequis de la définition de mesures fiscales, réglementaires et de formations nécessaires à la croissance harmonieuse du secteur. Cette action vise également à définir les leviers à disposition de la puissance publique pour favoriser la commande de végétaux produits localement.

5 COMMENT BIEN INTEGRER LA NATURE EN VILLE ?

Les parties 3 et 4 du présent livrable se sont concentrées sur les considérations techniques de la renaturation (qualité des sols, choix des végétaux). Si la prise en compte de ces considérations est indispensable à la réussite des projets, elle n'est toutefois pas suffisante et il est essentiel que l'aménageur aborde les différentes dimensions d'une bonne intégration de la nature en ville, en s'interrogeant notamment sur :

- la place de la renaturation dans la qualité urbaine et paysagère,
- l'association des habitants aux choix de renaturation,
- et l'implication des parties prenantes dans une gestion adaptée à long terme à l'issue du projet.

Cette partie fournit des éléments de réponse grâce aux exemples de démarches menées au sein de différents projets et structures.



Inspiration : lutter contre les idées reçues sur la nature en ville

La métropole de Saint-Etienne a publié un guide intitulé « 19 idées reçues sur la nature en milieu urbanisé » : https://www.arthropologia.org/association/ressources/guide-idees-recues/Guide_IdeesRecues_VF_digital.pdf

5.1 Faire de la renaturation un déterminant de qualité urbaine et paysagère

L'intégration de la renaturation dans un projet d'aménagement, qu'il s'agisse de nouveaux quartiers ou de tissus existants, interroge profondément la manière de concevoir et mener les projets. Pour le porteur de projet et pour l'aménageur, elle ne se réduit pas à un verdissement symbolique des espaces extérieurs, mais s'inscrit dans une logique de régénération écologique, sociale et paysagère. Elle nécessite d'avoir bien défini la qualité environnementale du programme, identifié la manière dont cette renaturation contribue à la qualité des espaces extérieurs, et partagé au sein des équipes (maîtres d'ouvrage, aménageurs, concepteurs, opérateurs) les enjeux associés.

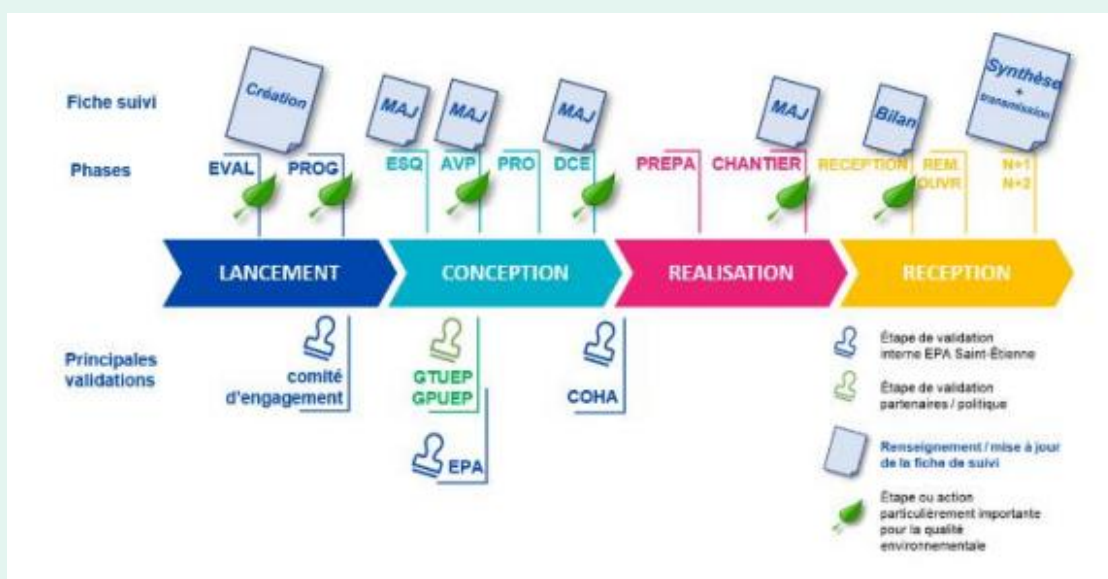
5 – INTEGRER LA NATURE EN VILLE

Intégrer la renaturation dans une approche globale de la qualité des espaces publics

📍 L'expérience de l'EPA Saint Etienne (Epase) : un vade-mecum pour assurer la qualité environnementale et de la qualité d'usage des espaces publics

Afin de suivre les grands enjeux liés à la qualité environnementale des espaces publics, l'EPA de Saint-Etienne a rédigé un vade-mecum pour s'assurer de la qualité environnementale et de la qualité d'usage des espaces publics. Véritable outil d'aide à la décision, ce guide de référence a permis à l'Epase de formaliser tout le processus de conception et de réalisation d'un espace public depuis le lancement jusqu'à la réception et à la remise de l'ouvrage, voire plus tard sur les premières années de suivi. Il est partagé avec l'ensemble des chargés d'opérations pour disposer d'un cadre de référence commun et explique les thématiques à prendre en compte.

« Le vade-mecum « Qualité environnementale », réalisé par l'EPA de Saint-Etienne, est l'aboutissement d'une réflexion sur la qualité environnementale des espaces publics et de leurs usages. Il guide les actions de l'EPA étape par étape pour préfigurer les aménagements en prenant en compte les spécificités écologiques, les espèces protégées, les continuités vertes. Il a donné lieu à des changements de pratiques en intégrant les préoccupations environnementales dans les programmes des espaces publics. » (Rapport d'activités de l'EPASE 2023)



Logigramme de conduite d'une opération d'espace public, avec les étapes clés sur la tenue de la qualité environnementale (représentées par les feuilles vertes), EPASE

Ce vade-mecum propose également une méthodologie de diagnostic et de détermination du niveau d'enjeu environnemental des différents types d'espaces publics :

- Travail général avec les opérationnels sur les ambitions environnementales pour les espaces publics (environnementaux, sociaux, objectifs associés)
- Déclinaison au cas par cas selon la typologie de l'espace public, sa taille et sa position dans l'espace.

Ce travail permet de définir des niveaux d'ambition et de classer les thématiques selon leur importance, résumé dans le schéma ci-dessous :

5 – INTEGRER LA NATURE EN VILLE

Thématique	ENVIRONNEMENT ET CLIMAT			CADRE DE VIE ET USAGES		
	Levier d'action vis-à-vis du changement climatique	Support d'expression et de préservation écologique	Vecteur d'économie et de valorisation des ressources	Garant du cadre de vie et des dynamiques sociales	Porteur de mobilités alternatives	Garant de santé publique et de prévention des risques
Description	Ilot de fraîcheur, puits de carbone et réduction des GES, production d'ENR	Espace naturel ou semi-naturel porteur de fonctions écologiques (biodiversité, gestion de l'eau, ...) Protecteur des milieux (eau, air, sol)	Application des principes de l'économie circulaire et de valorisation des ressources	Lieu de vie et d'usages favorisant le bien-être en ville Lieu propice à la cohésion sociale et aux pratiques collectives	Support de modes actifs confortables et efficaces	Qualité sanitaire : Préservation de la qualité de l'air, prévention des maladies et allergies
ouvert structurant <i>Parc, jardin public, place ayant une attractivité majeure à l'échelle d'un quartier ou de la ville</i>						
ouvert de proximité <i>Parc, jardin public, placette ayant une attractivité à l'échelle d'un ilot ou groupe d'ilot</i>						
linéaire structurant <i>Rue, boulevard, axe routier ayant un rôle interquartier, supportant souvent un trafic conséquent. Yc voies vertes</i>						
linéaire de proximité <i>Rue, boulevard, axe routier du réseau secondaire (desserte locale).</i>						
interstitiel <i>Espace public de petite taille en dent creuse, souvent issu d'un délaissé.</i>						
Niveau d'ambition						
	Fort	Normal	Spécifique (au cas par cas, selon les espaces publics)			

Typologies et ambitions des espaces publics – EPASE : cette grille de lecture de ce que peut porter un espace public est adaptée à chaque espace public, permettant de définir des niveaux d'ambition et surtout des thématiques prioritaires sur lesquelles il faut tenir les engagements.

Afin de pouvoir suivre la qualité des espaces publics sur la durée, un outil a été mis au point sous forme de tableau Excel à remplir par les opérationnels. Celui-ci est divisé par onglets d'étapes :

- **Diagnostic** (arbres / espèces protégées sur le site avant le début de l'opération ? zone humide ?) ; cette phase de diagnostic doit aider l'opérationnel à rédiger son programme à destination du maître d'œuvre. C'est donc un **outil d'aide à la décision**.
- **Engagement** : le programme doit ensuite être validé par un comité d'engagement interne, permettant à l'EPASE de se réapproprier le programme et de s'assurer qu'à chaque étape, les éléments de programme importants sont suivis.
- Le tableau Excel est ensuite complété par les opérationnels à chaque étape, devenant ainsi un réel **outil de suivi** pour l'EPASE

Cet outil unique permet aussi de comptabiliser les mètres carrés désimperméabilisés, les surfaces végétales favorables à la biodiversité, le nombre d'arbres, le CBS, etc., permettant de rendre des comptes et de s'assurer que les objectifs généraux sont tenus.

Contact pour plus d'informations sur cet outil : Anne-Sophie.Lhermet@epase.fr

Renaturer dans un tissu urbain existant

Recommandation de l'Union Sociale pour l'Habitat

L'Union Sociale pour l'Habitat aborde le sujet dans le cahier repère n°138 « Optimiser l'usage du foncier Hlm à l'heure du ZAN ». Celui-ci propose notamment une méthode d'analyse de transformation d'un site au regard de l'objectif ZAN et une grille de questionnements qui permet de caractériser un site anthropisé et d'identifier les bons réflexes et solutions possibles. Cette grille est composée de 8 thématiques (cf. page 25 du guide) :

- ☐ espaces extérieurs et enjeux écologiques
- ☐ occupation et usages
- ☐ bâti
- ☐ propriété et gestion
- ☐ stratégie patrimoniale
- ☐ santé environnementale
- ☐ temporalité du projet
- ☐ contraintes du projet

Sur chacune de ces 8 thématiques, le guide propose un jeu de questions qui aide à définir les orientations possibles, notamment dans le cadre d'une intervention sur les espaces extérieurs autour d'un patrimoine bâti existant. Par exemple, sur la thématique "espaces extérieurs et enjeux écologiques", les questions proposées sont les suivantes :

- ☐ Quelles actions de renaturation mettez-vous en place ?
- ☐ Quelle est la nature des espaces verts ?
- ☐ Quelle est la surface d'espaces verts ?
- ☐ Pour quelles raisons créer ou revaloriser des espaces verts ?
- ☐ Quel est le contexte écologique du site ?
- ☐ Quelles sont les contraintes environnementales reposant sur mon site ?
- ☐ Quelle est la gestion actuelle ou souhaitée des espaces extérieurs/végétalisés du site ?

Le guide propose pour chaque question des pistes de mise en perspectives, d'aide à la problématisation et de bons réflexes.

Document disponible en ligne : <https://www.union-habitat.org/centre-de-ressources/energie-environnement/optimiser-l-usage-du-foncier-hlm-l-heure-du-zan-reperes>

Qu'en dit le Plan Nature en ville ?

Action 4.2.3 : Sensibiliser les acteurs de la rénovation urbaine aux impacts de leurs opérations sur les espèces du bâti

La nature en ville ne concerne pas que la flore et cette action du Plan, pilotée par la LPO, vise à sensibiliser les acteurs de la rénovation du bâti (collectivités, entreprises, artisans, particuliers) à la vulnérabilité de certaines espèces d'oiseaux, de chauves-souris, de reptiles ou d'insectes qui utilisent les constructions humaines comme zones de reproduction et de repos. Les travaux peuvent ainsi avoir un impact sur ces espèces en entraînant notamment l'obstruction ou la destruction des cavités et des bâtiments favorables qu'elles occupent.

Concilier enjeux écologiques et paysage


Si les paysagistes jouent un rôle clé dans les opérations de renaturation, les participants du cycle d'ateliers relèvent que leur intervention se heurte souvent à une double tension :

- d'un côté le cadre de commande publique, notamment sous l'impulsion des élus, encourage fortement une vision ornementale de la renaturation,
- et de l'autre, les paysagistes doivent prendre en compte la montée en puissance des exigences écologiques (sols, continuités, gestion) alors que tous n'y sont pas encore préparés.

Globalement, les enjeux écologiques sont de mieux en mieux intégrés, mais souvent de façon partielle ou tardive dans le processus de projet, ce qui limite encore la profondeur des changements de pratiques. La principale problématique tient au décalage entre ce qu'exige une renaturation réelle (refonctionnalisation des sols, restauration d'habitats, continuités écologiques) et ce que la maîtrise d'ouvrage attend encore souvent d'un « projet paysager » (verdissement, usages, image, calendrier serré).

Pour le porteur de projet, il est donc important de ne pas limiter l'intervention du paysagiste à certaines phases du projet d'aménagement uniquement, mais de l'associer aux réflexions globales notamment sur les décisions fondamentales telles que le choix de la palette végétale en amont, et ne pas le laisser seul face aux enjeux écologiques, en mobilisant pédologues, écologues et hydrologues.

Du côté des paysagistes, certaines agences ont été pionnières et ont su modifier leur vision et pratiques, avec dans certains cas une montée en compétences et un outillage écologique. Il reste encore chez d'autres des résistances, avec des positions parfois trop rigides sur les plans de composition initiaux et pas assez évolutives pour prendre en compte la dynamique des écosystèmes.

 **Parole d'expert : Intégration des enjeux écologiques dans la réflexion paysagère d'une opération d'aménagement, pensée en amont d'un projet : l'expérience de l'ÉcoQuartier la Courrouze**

 **Charles DARD, paysagiste maître d'œuvre de l'opération de la Courrouze**

« L'ÉcoQuartier la Courrouze, situé au sud-ouest de la Métropole de Rennes, s'étend sur 115 hectares. Initié il y a vingt ans par Bernardo Secchi et Paola Vigano, avec Charles Dard, VRD ORA et Aubépine, ce vaste projet d'aménagement est aujourd'hui un lieu de vie, de travail et de loisirs, réunissant bureaux, logements, commerces et plus de 40 hectares d'espaces paysagers. Ancienne friche industrialo-militaire environnée d'infrastructures importantes comme la rocade routière et la ligne TGV, la Courrouze présentait des sols compactés et pollués par des métaux lourds. Depuis le début de sa réhabilitation, le site a fait l'objet d'autant de « projets de sols » que de projets de paysage pour redonner vie au quartier. Trois démarches innovantes ont été mises en œuvre.

5 – INTEGRER LA NATURE EN VILLE

- ☐ À l'occasion du travail de sol opéré pour pouvoir tamponner les eaux pluviales, un réel travail de fertilisation sur le sol in situ a été effectué afin d'éviter l'import de terres végétales. La palette végétale du projet a ensuite été ajustée aux différents biotopes existants, plus ou moins fertiles. Des fosses continues en mélange terre-pierres, des poches de terre végétale et des broyats de végétaux ligneux ont été utilisés.
- ☐ Le projet combine plusieurs stratégies d'aménagement pour dépolluer le site, comme la réalisation de parkings semi-enterrés et le confinement in situ de sols non inertes : un premier merlon-belvédère végétalisé a été créé il y a dix ans pour éviter l'exportation des terres polluées excavées et par la même occasion endiguer les nuisances sonores. Cette butte, constituée d'une bâche en géotextile recouverte de 2 mètres de terre végétale, permet de dépasser la coupure représentée par la rocade. Elle intègre ces espaces de circulation à un nouveau paysage où se réunissent joggeurs, habitants et promeneurs.
- ☐ Enfin, la récente construction de deux nouveaux merlons, de part et d'autre de la ligne TGV, tire les leçons de la seconde expérimentation en évitant l'utilisation d'une bâche : la face côté rocade du premier merlon de confinement est garnie de jeunes plants forestiers, tandis qu'une seule ligne de jeunes tiges d'ormes marque la ligne de crête de la terrasse. Le dernier merlon n'est quant à lui recouvert que d'un broyat des végétaux ligneux, sans apport de terre végétale.



Le dernier merlon de confinement revêtu de broyat de bois planté de jeunes plants, en plus des alignements d'ormes qui accompagnent la promenade, à proximité immédiate de la rocade © Charles Dard

La gestion des sols au sein du site se distingue par une approche cohérente et sur-mesure, répondant aux enjeux de dépollution et de préservation de l'environnement. Véritable vivier d'expérimentations, la Courrouze constitue un projet pilote abouti pour réenvisager la nature en ville et la gestion des sols dans d'autres territoires urbains. »

Retour sur la visite de l'ÉcoQuartier de La Courrouze à Rennes

Le 14 juin 2023, les participants au cycle d'ateliers du Lab2051 ont pu visiter l'ÉcoQuartier de La Courrouze à Rennes, organisée sur le thème de la nature (fertilisation, conservation d'un patrimoine existant, illustration du traitement d'un site d'une ancienne friche militaire, stratégie de plantation...). Cette visite était commentée par Charles DARD, paysagiste Maître d'œuvre de l'opération, et Mehdi TEFFAHI, responsable d'opération à Territoires Rennes.



Visite de La Courrouze - juin 2023 © Neoclide

5.2 Impliquer les habitants et usagers dans les choix de renaturation

Les participants du cycle d'ateliers du Lab2051 sont unanimes pour considérer que l'association des habitants aux projets de renaturation est un facteur clé pour garantir la pérennité et l'acceptation des aménagements proposés, et ce, dès les étapes de conception des espaces extérieurs. Les bénéfices sont multiples : permettre à la société civile de s'emparer des enjeux de renaturation, créer des espaces appropriés aux usages souhaités et mieux appréhender la gestion future de ces espaces, qui y associera si possible les habitants.

Cette approche est d'autant plus intéressante que la nature est une notion subjective et que pour certains publics, cette nature urbaine peut être perçue de prime abord comme source de nuisances (feuilles mortes, poussières, « petites bêtes », ombrages...).

Pourtant, lorsqu'il s'agit de la mettre en œuvre de manière concrète dans une opération d'aménagement, l'implication des habitants et usagers dans les projets relève pour nombre de collectivités et d'aménageurs d'une gymnastique inconfortable et difficile à organiser.

Les 3 retours d'expériences qui suivent proposent des méthodes réussies et inspirantes pour les porteurs de projets.

Exemple 1 : focus sur la "méthode Bongraine"

Dans le cadre du projet d'aménagement de l'ÉcoQuartier et DVD Bongraine, la stratégie de renaturation et de fertilisation des sols, pouvant être perçue comme technique pour les futurs habitants, est devenue plus compréhensible par la mise en place d'un processus participatif consistant en :

5 – INTEGRER LA NATURE EN VILLE

- Un travail de mission de coordination environnementale de la LPO (qui constitue un regard d'observateur de la biodiversité sur le terrain permettant la réalisation de choix pertinents pour la restauration de la biodiversité).



Sensibilisation des habitants, projet Bongraine, La Rochelle (photographie issue de la présentation de Aurélie DE DOMINGO - Club ÉcoQuartier juin 2024)

- Un travail de science participative avec la LPO pour permettre aux futurs habitants de l'ÉcoQuartier Bongraine, et des élèves de l'école en face du périmètre du projet, d'adopter une posture d'observation continue de la biodiversité sur site afin d'encourager des comportements vertueux à long terme.
- Un travail avec le collectif des fermes urbaines sur des projets de jardins partagés où les habitants sont associés aux processus de fertilisation progressive des sols.

Ce processus participatif est mis en pratique à travers une convention de mise à disposition de foncier, permettant aux citoyens de faire un travail de renaturation et d'autogestion d'un espace naturel (comprenant notamment un espace pédagogique, un potager et des fruitiers). L'association « Les communs de Bongraine » s'est vue attribuer une délégation de responsabilité. Cette démarche permet notamment aux porteurs de projets de voir comment les citoyens s'emparent des questions de conception et de gestion, avant un potentiel déploiement à l'échelle du quartier.

📍 Exemple 2 : focus sur le projet DVD Re-sources de Saint-Paul-lès-Romans

La commune de Saint-Paul-lès-Romans prévoit la création de la Maison Re-sources, un lieu de vie intégré et solidaire. Maître d'ouvrage des espaces extérieurs mais sans assurer pas la gestion ultérieure, la commune n'avait qu'une prérogative : une forte végétalisation des espaces. Une méthode de concertation a été proposée dès la phase amont du projet, pour permettre un choix collectif, entre autres, de l'organisation des espaces communs extérieurs. Des ateliers participatifs ont alors été organisés avec la paysagiste sur les ambiances souhaitées. Ceux-ci ont mobilisé les riverains, la bibliothèque municipale, l'association Maison Re-sources, ainsi que l'agent municipal en charge de l'entretien des espaces verts de la commune.

Le premier atelier a tout d'abord présenté le projet Re-sources et ses ambitions, avant de diviser les participants en sous-groupes pour interroger :

- les lieux/habitudes d'usages actuels dans les espaces publics qu'ils/elles fréquentent

5 – INTEGRER LA NATURE EN VILLE

- les opportunités/ce qui existe et qu'il serait bien de retrouver dans le projet futur
- les ambiances paysagères souhaitées
- les usages projetés souhaités dans le projet définitif.

À partir des résultats du premier atelier, le deuxième atelier a permis une mise en dialogue sur la priorisation des usages et leur localisation sur le plan masse, ainsi qu'une discussion autour de la domanialité des espaces communs.



Schémas ci-dessus : Différents scénarios d'aménagements des espaces extérieurs proposés par des participants à l'atelier de Saint-Paul-lès-Romans

Ce processus de concertation permet aux potentiels futurs habitants de s'approprier le projet dès le départ, contribuant ainsi à la définition des usages des sols avant même la concrétisation de l'aménagement. Les AVP définitifs vont découler de ces esquisses d'aménagement imaginées et choisies collectivement ; cette approche, particulièrement novatrice dans une commune de la taille de Saint-Paul-lès-Romans (environ 2000 habitants), place les citoyens au cœur du processus décisionnel, ce qui garantit des projets plus adaptés aux besoins et aux attentes des futurs utilisateurs.

Le but du projet est de poursuivre cette approche participative dans la phase réalisation, afin de réfléchir notamment à la gestion des futurs espaces extérieurs. Une piste envisagée serait la formation de bénévoles, via la structuration du collectif en une association collégiale, regroupant habitants et bénévoles extérieurs, en relation étroite avec la mairie.

Exemple 3 : Initiative de la Région Centre-Val de Loire dans le cadre du dispositif Natur'O Lycées

La Région Centre-Val de Loire déploie le dispositif Natur'O Lycées avec un objectif de renaturation de 50% des lycées dans le cadre de la mandature. En 2025, plus de 25% des lycées ont été renaturés, avec la co-plantation de 33 500 m² de surfaces de micro-forêts et des aménagements extérieurs en adéquation aux besoins. Cette démarche permet de sensibiliser le public scolaire aux enjeux de la nature et de la biodiversité, tout en faisant profiter les établissements des services écosystémiques rendus par la nature.

Sur la base d'un nouveau récit collectif, la Région coconstruit avec les lycées publics de l'Académie d'Orléans-Tours des espaces extérieurs réinventés. La maîtrise d'ouvrage conduit ce dispositif de renaturation de façon participative avec les établissements et les lycéens de la conception à l'accompagnement des usages : diagnostic fonctionnel des usages cartographiés, analyse critique argumentée du schéma directeur paysager, projet paysager raisonné collectivement en fonction des moyens, plantations collectives, vie en œuvre (étiquetage botanique, classe dehors, détente, rencontres, sciences participatives, projets pédagogiques...). Après plusieurs diagnostics fonctionnels et techniques, la maîtrise d'ouvrage désimperméabilise les sols, gère les eaux pluviales à la parcelle, crée des îlots de fraîcheur, organise les plantations collectives de micro-forêts, contribue au développement de la biodiversité, s'inscrit aussi dans une logique de réemploi et de valorisation des déchets, le bitume devient des pas japonais, des bancs, etc.

Une plaquette explicative de cette initiative est disponible en annexe D2.

Ces projets montrent qu'en intégrant les habitants à toutes les étapes, de la conception à la gestion, on crée des espaces durables, adaptés aux besoins collectifs et respectueux des enjeux environnementaux. L'implication des habitants dans les projets de renaturation dépasse le rôle de bénéficiaires passifs. Elle devient un levier puissant pour améliorer la gestion des espaces de nature, renforcer la résilience des territoires et favoriser l'adoption de pratiques respectueuses de l'environnement par les citoyens.

On notera que la création de structures dédiées de type associations d'habitants, telles que présentées dans les projets DVD Bongraine et Re-Sources, facilite la prise

en compte des revendications communes et l'intégration de la population dans les projets.

Qu'en dit le Plan Nature en ville ?

→ Action 1.3.2 : Amplifier le déploiement des sciences participatives

L'action consiste à assurer une mise en perspective du déploiement et à coordonner la diffusion des résultats des programmes de sciences participatives en ville. Cette action permettra de soutenir les activités de recherche proposant des sciences participatives, en soutenant à la fois la mise en place de programmes émergents, l'animation des programmes et la poursuite des programmes de suivis long terme de la biodiversité.

→ Action 4.1.1 : Mener des actions de sensibilisation auprès du public scolaire

Le dispositif des « aires éducatives » - dispositif piloté par le Ministère de l'Education nationale (MEN) et l'OFB¹⁵ en lien avec le Ministère de la Transition écologique (MTE) et le Ministère de l'Outre-mer - constitue un vecteur important de mobilisation du public scolaire. Il s'agira d'accompagner le développement d'aires éducatives en milieu urbain et de faire connaître aux enseignants les documents et ressources pédagogiques utiles pour travailler avec les élèves sur la nature en ville. Le MTE et le MEN associeront les acteurs concernés, en particulier les collectivités territoriales qui peuvent jouer un rôle important pour favoriser la découverte de la nature en ville en articulation avec d'autres dispositifs grand public.

→ Action 4.1.2 : Promouvoir les dispositifs locaux de participation citoyenne

Cette action encourage les collectivités à soutenir les initiatives citoyennes dans le cadre de projets de nature en ville, avec un objectif clair de co-construction des projets. Elle donne lieu, dans un premier temps, à la rédaction d'une note de synthèse sur l'identification des actions citoyennes de renaturation et leur apport pour les projets de nature en ville. Par la suite, cette action débouchera sur la définition des méthodes pour activer et accompagner les dispositifs locaux de renaturation citoyenne des stratégies de nature en ville, ainsi que l'étude des modalités de sensibilisation et de constitution d'un réseau renaturation citoyenne, et à terme la proposition d'une méthode d'évaluation des actions et stratégies de renaturation citoyenne.

5.3 Engager les parties prenantes dans des modes de gestion différenciée et adaptée

Anticiper une gestion adaptée et différenciée des espaces renaturés est nécessaire pour que l'évolution de ces espaces reste compatible dans la durée avec les objectifs de végétalisation imaginés en phase conception (tenue de la palette végétale et évolutions souhaitées, maintien de fonctions bioclimatiques, conservation des noues, etc.). Cela suppose de prévoir des modes d'entretiens appropriés selon les usages des différents espaces, leur valeur écologique et leur

¹⁵ <https://ofb.gouv.fr/les-aires-educatives>

rôle paysager, et de se prémunir contre des usages ou des entretiens inadaptés aux objectifs.

Les participants du Lab2051 ont souligné l'importance de l'implication des différentes parties prenantes — collectivités, aménageurs, paysagistes et citoyens — dans un projet commun, notamment pour anticiper et organiser cette gestion future des espaces renaturés.

Les services gestionnaires, et notamment d'entretien des espaces verts, ont besoin d'être associés et accompagnés car cette gestion différenciée nécessite d'adapter les pratiques, pour éviter d'appliquer un traitement uniforme à l'ensemble des espaces renaturés. Le changement de pratiques concerne :

- ☐ les élagages, tailles, tontes et fauches des prairies,
- ☐ les arrosages,
- ☐ le recours aux intrants, les traitements et les méthodes de désherbages où il s'agira par exemple de proscrire le recours aux pesticides/herbicides de synthèse,
- ☐ le remplacement des sujets en fin de vie par des espèces adaptées,
- ☐ le recours à des paillages (notamment de type BRF (Bois Raméal Fragmenté), du compost,
- ☐ et la nécessité d'avoir un suivi précis dans le temps de l'ensemble des interventions et de leurs impacts.

Pour les habitants, il s'agit de passer d'une posture de « consommateurs » d'espaces extérieurs à celle d'acteurs de la gestion du patrimoine végétal local, ce qui nécessite un travail important de sensibilisation et de pédagogie sur les différentes dimensions de la nature en ville (voir exemples ci-après).

Associer ces acteurs aux décisions et à la mise en œuvre des modes de gestion favorise un dialogue constructif, renforce l'adhésion aux projets et instaure ainsi une responsabilité partagée pour la préservation et la valorisation des espaces aménagés. C'est ce qu'illustrent les initiatives présentées ci-après.

Disposer d'un cadre de référence pour sensibiliser les différentes parties prenantes aux enjeux du patrimoine arboré

Exemple de la charte de l'Arbre du SICOVAL

La Communauté d'Agglomération du Sicoval a écrit une « Charte de l'arbre », en collaboration avec les communes du territoire. Cette charte, à visée pédagogique, présente les bénéfices sociaux, paysagers, économiques, environnementaux et sanitaires de l'arbre, afin de faire émerger une culture commune prévoyant la protection des arbres dans les projets d'aménagement. Elle s'inscrit pleinement dans sa politique de protection du patrimoine arboré.

Cet engagement est basé sur deux grands principes :

5 – INTEGRER LA NATURE EN VILLE

- ☐ Mettre en valeur et protéger les arbres et les paysages à l'échelle des communes.
- ☐ Promouvoir la concertation et la co-construction des actions avec tous les acteurs concernés, qu'ils soient publics ou privés : aménageurs, gestionnaires, associations de sensibilisation, etc.

Conçue pour permettre à la société civile d'être associée aux engagements pris par les acteurs institutionnels, cette charte a été rédigée avec la participation de l'association locale Arbres et paysages d'Autan.

La Charte de l'arbre est désormais systématiquement intégrée par la Communauté d'Agglomération du Sicoval, et par les communes, dans les cahiers de prescriptions et les cahiers des charges de cessions de terrain, afin d'assurer sa mise en œuvre sur chaque projet. Cette charte est structurée en 5 axes, dont un dédié à la sensibilisation et la communication autour des enjeux du patrimoine arboré.

La charte de l'Arbre du Sicoval est téléchargeable ici : https://www.sicoval.fr/app/uploads/2021/12/Charte_Arbre-1_compressed.pdf

Mettre en place une gouvernance de projet dédiée pour associer les futurs gestionnaires

Focus sur le projet DVD de Pirmil-Les Isles (Nantes Métropole Aménagement)

L'aménageur Nantes Métropole Aménagement a imaginé un nouveau processus de collaboration dans le cadre du projet DVD Pirmil-Les Isles, où des actions spécifiques ont été mises en place pour assurer une gestion adaptée des nouveaux aménagements, notamment sur les espaces publics.

Les porteurs du projet ont créé un comité de suivi regroupant les entreprises de travaux, les services gestionnaires de la Métropole de Nantes, ainsi que ceux des villes de la Métropole, pour ajuster le plan de gestion aux nouvelles méthodes de plantation déployées sur le projet à la livraison des jardins tests.

Le comité de suivi s'est déjà réuni à 3 reprises :

- ☐ 1^{er} comité : Présentation des aménagements et de la démarche de jardins tests
- ☐ 2^{ème} comité : Discussion sur les choix de conception et de gestion
- ☐ 3^{ème} comité : Réunions techniques dans le cadre de la phase PRO : échanges sur la première version du plan de gestion et de la note de gestion stabilisés, ainsi que sur la conception et les choix de palettes.

Cette collaboration permet de trouver un équilibre entre les capacités des gestionnaires à entretenir ces espaces et l'adaptation nécessaire des pratiques de gestion. De manière générale, l'objectif de ce type d'instances est de sensibiliser aux nouvelles méthodes de gestion et d'entretien, et d'ouvrir un dialogue avec les entreprises, les professionnels de l'entretien et les collectivités en amont de la livraison du projet. Cette temporalité permet aux différentes parties prenantes de s'emparer du projet et de faire part de leurs préoccupations et objections d'experts, avant que les choix soient immuables, et ce dans le but d'assurer un bon entretien du projet tout au long de sa vie.

Sensibiliser puis engager les habitants dans la conception puis la gestion des espaces renaturés : exemple de la "méthode Bongraine"

Focus sur la "méthode Bongraine" (Aquitanis)

A l'occasion du démonstrateur de l'opération Bongraine, Aquitanis souhaitait bousculer les pratiques de l'aménageur ainsi que son regard sur la participation citoyenne. Le point de départ de cette réflexion découle de plusieurs observations :

- ☐ un projet à forte ambition environnementale a besoin d'être participatif afin de se pérenniser ;

5 – INTEGRER LA NATURE EN VILLE

- les différents professionnels de la ville (construction, services urbains, espaces verts...) ont besoin d'être parties prenantes du projet lors de sa conception ;
- il est important que les habitants soient sensibilisés et formés à la gestion autonome de leur lieu de vie.

Ainsi, la méthode Bongraine, initiée par l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine en réponse à cette demande, part de l'idée que pour opérer le renversement de pratique, on ne peut plus se contenter de propositions d'ajustements techniques mais qu'il faut pouvoir embarquer l'humain très tôt dans le projet pour encourager des changements plus profonds des modes de faire. Cela passe par :

- l'implication des professionnels comme membres d'une communauté d'engagement initiale modélisante et vouée à disparaître ;
- le "dé-jargonnage" de la fabrique du projet urbain pour donner du pouvoir d'agir aux premiers concernés : les futurs habitants du quartier. » (Extrait de la méthode Bongraine).

L'équipe projet a mis en place de nombreuses actions afin de permettre aux différentes parties prenantes de s'emparer du sujet. Tout d'abord, une permanence a été ouverte dans le quartier, ce qui a permis de tisser des relations de proximité avec les riverains, les associations locales et les potentiels futurs habitants. Des ateliers citoyens ont aussi été organisés autour des thèmes de l'habitat participatif, des espaces publics et de l'architecture. Ceux-ci ont permis la prise en compte directe de la parole des habitants dans la conception du projet, notamment à travers la révision du plan de circulation et la création de jardins partagés.

L'association "Les Communs de Bongraine", créée en 2022 sous l'impulsion d'Aquitanis, est un acteur incontournable du projet qui a pour objectif de devenir un acteur clé de l'autogestion du quartier. Son organisation et son développement actuel offrent aux citoyens les outils nécessaires pour gérer et gouverner des ressources essentielles au quartier, telles que l'énergie, l'alimentation, l'eau, la mobilité et la convivialité.

Cette intégration citoyenne est aussi présente dans une clause de la promesse de vente : « Règle 6 : Donner la capacité et la possibilité aux habitants de co-produire des logements adaptés à leurs besoins et à leurs modes de vie en faisant notamment appel à une Assistance à Maîtrise d'Usage ».

L'ancrage territorial du projet, prenant en compte les acteurs locaux et les spécificités locales a été important : cela a donné de la consistance au projet et a permis de construire un récit commun, favorisant ainsi son acceptation par l'ensemble des parties prenantes.

Enfin, l'aménageur Aquitanis a aussi dû faire un travail de pédagogie pour le projet Bongraine auprès du service espaces verts des mairies et des paysagistes, notamment sur le sujet de la tonte raisonnée (laisser pousser les herbes et fleurs afin de favoriser la biodiversité sur les parcelles végétales).

La "Méthode Bongraine" est disponible en annexe D1

Qu'en dit le Plan Nature en ville ?

→ Action 3.3.1 : Créer et prescrire de nouveaux standards sur la gestion écologique

Cette action répond directement à l'enjeu de gestion des espaces naturels urbains. Elle prévoit la création de référentiels tels que l'EcoJardin pour la gestion écologique des espaces verts et de nature, le référentiel Terre Saine pour la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques d'entretien des

espaces communaux, ainsi qu'un guide technique pour accompagner la prescription de pratiques de gestion écologique dans les marchés d'entretien.

→ **Action 4.2.1 : Dresser l'état des lieux actuel et prospectif de l'offre et des besoins de formations initiales sur l'ingénierie et le génie écologique et les renforcer en fonction**

Cette action vise à effectuer un travail de cartographie de l'état des lieux de l'offre, les besoins actuels et prospectifs en matière de formation initiale et de mobilisation des compétences de l'ingénierie et du génie écologique dans la fabrique de la ville. Selon les résultats de ce premier état des lieux, des actions seront définies et engagées pour renforcer les formations initiales dans les métiers de l'urbain (architectes, urbanistes, ingénieurs, paysagistes, etc.). Il pourra par exemple être proposé d'intégrer des modules obligatoires mettant en avant les métiers du vivant et les solutions existantes.

6 PERSPECTIVES

6.1 Quelques messages clés et recommandations des participants

L'intégration de la nature dans les projets d'aménagement urbains représente un enjeu majeur pour la création de villes durables et résilientes. À travers les différentes démarches présentées durant le cycle d'ateliers, il apparaît que la réussite des opérations de renaturation en milieu urbain repose sur une approche méthodique et collaborative, alliant diagnostic rigoureux et contextualisé, expérimentation et mobilisation des acteurs locaux. Le recours à des techniques innovantes (par exemple pour l'activation biologique des sols) n'est pas une fin en soi mais ouvre de nouveaux horizons pour la reconquête de sites parfois difficiles à valoriser.

Même si le sujet de la nature en ville est désormais bien documenté, il ne faut pas se reposer sur des recettes toutes faites

Les différents retours d'expérience du Lab2051 nous montrent qu'un projet de renaturation ne peut se satisfaire de recettes toutes faites : cela commence par une connaissance précise des caractéristiques des sols du site et du climat local, dont dépendra ensuite l'évaluation des potentialités de végétalisation.

Si ce cycle d'ateliers a permis de partager et mettre en avant des innovations et des bonnes pratiques qui ne demandent qu'à fructifier dans d'autres opérations, ces retours d'expériences ne sont pas répliquables tels quels : il est nécessaire de prendre en compte les spécificités du contexte local afin d'adapter la mise en place de projets de nature en ville. Cela conduit à devoir se poser un ensemble de questions, en s'inspirant notamment de celles que le présent livrable propose au lecteur.

Il est nécessaire d'intégrer la réflexion autour de la renaturation et de la place de la nature dès l'amont d'un projet

Cette anticipation permet d'intégrer la nature dès la programmation et de bénéficier des services écosystémiques apportés, au lieu de penser la renaturation uniquement en aval d'un projet à des fins esthétiques. De plus, cela permet de faire les ajustements nécessaires pour créer un environnement optimal pour l'épanouissement des espèces (désimperméabilisation, dépollution et vérification de la qualité des sols, choix d'une palette végétale adaptée et complémentaire, etc.), un processus qui s'inscrit dans le temps long.

Il est important de ne pas figer le projet trop tôt

Les études de programmation et le plan guide doivent laisser des marges de manœuvre pour permettre d'adapter les modalités de renaturation aux potentialités du site, aux usages attendus et aux productions possibles des filières locales. Cette agilité est d'autant plus indispensable que certaines situations requièrent d'organiser des expérimentations in situ (ex : jardins test), qui demandent du temps.

Cette situation peut s'avérer difficile à gérer administrativement mais aussi dans la relation avec les partenaires de projet qui pourraient parfois avoir tendance à confondre la notion d'agilité et le fait de ne pas avoir réponse à tout à l'instant t.

Un projet de renaturation résilient repose sur une démarche ancrée localement, depuis la conception jusqu'à la mise en œuvre de l'aménagement

Cette approche permet par exemple de limiter l'importation de terre végétale en valorisant les sols in situ, de privilégier les filières végétales locales, mieux adaptées aux conditions du site, et de mobiliser des partenaires locaux (bureaux d'études, AMO) disposant d'une connaissance fine des spécificités territoriales.

S'inscrire dans une dynamique locale, c'est aussi favoriser les logiques d'opportunité et stimuler l'écosystème local, qui peut être force de propositions, et impliquer activement l'ensemble des parties prenantes (habitants, collectivités, services gestionnaires des espaces verts) afin de garantir la pérennité et la bonne gestion des projets de renaturation. Le lien au territoire est essentiel : il permet d'ancrer le projet auprès des partenaires, que ce soit des partenaires habituels des projets urbains, mais aussi des partenaires associatifs qui font qu'on lui donne du corps, de la consistance et des récits appropriables.

Les équipes projets des aménageurs n'ont pas vocation à devenir expertes, mais doivent développer une culture commune et une compréhension des enjeux clés liés à la renaturation

Cela inclut des notions fondamentales en sciences des sols, biodiversité, services écosystémiques, ainsi qu'une acculturation aux outils et démarches spécifiques à la renaturation. Cette montée en compétences permet d'intégrer de manière pertinente et au bon moment les enjeux de nature en ville à chaque étape d'un projet d'aménagement.

— Afin de compléter leurs connaissances, les aménageurs ont aussi besoin d'être accompagnés et entourés d'experts ad hoc

À ce jour, la prise en compte du vivant et plus encore celle du sol restent des parents pauvres des préoccupations de l'aménagement : il faudrait qu'elles soient désormais mieux représentées dans les équipes de maîtrises d'œuvre mobilisées, avec des équipes projets comprenant notamment des écologues, pédologues, paysagistes et bureaux d'études spécialisés notamment dans le domaine de l'eau.

— Travailler en transversalité au sein des organisations

Les projets de renaturation nécessitent de travailler en transversalité, en particulier au sein des collectivités car ils concernent plusieurs directions (eau, espaces verts, urbanisme...) et sollicitent des données qui doivent circuler d'un service à l'autre. On constate qu'il est parfois difficile de mobiliser les agents de ces différentes directions (pour du recueil d'informations, des retours d'expérience...), c'est pour cela que des efforts de sensibilisation sont nécessaires, avec dans la mesure du possible un ou des postes dédiés chargés d'assurer cette transversalité pour fluidifier les échanges et faciliter le déroulement du processus opérationnel.

6.2 L'eau et la santé : deux enjeux intimement liés à la nature en ville

La question du cycle de l'eau a été effleurée à de nombreuses reprises mais ne constitue pas une thématique centrale de ce cycle d'ateliers. Toutefois, même si elle n'est pas abordée de manière explicite, l'eau demeure intrinsèquement liée aux enjeux de renaturation pour plusieurs raisons :

- En premier lieu, la désimperméabilisation représente un levier essentiel pour réintégrer la nature au sein des projets d'aménagement. À ce titre, la renaturation apparaît comme une réponse pertinente face à la nécessité de promouvoir une gestion alternative des eaux pluviales, favorisant l'infiltration dans les milieux urbains et contribuant ainsi à réduire les risques associés au ruissellement.
- Par ailleurs, l'eau, en tant que ressource dont la disponibilité géographique est susceptible de fluctuer sous l'effet du changement climatique, impose de repenser sa gestion dans le cadre des projets de renaturation. Il s'agit notamment d'intégrer les enjeux liés à sa rareté ou, au contraire, à ses excès, en tenant compte des particularités climatiques locales. Cela inclut également la mise en place de pratiques durables telles que la réutilisation des eaux de pluie ou encore le recours aux eaux usées traitées (REUT) pour l'arrosage qui représentent des réponses aux enjeux d'entretien des espaces renaturés en

période estivale, au côté des critères de sélection d'une palette végétale adaptée au contexte local.

Le sujet de la santé a également été abordé en filigrane au cours ce cycle d'ateliers. Dans le cadre des rencontres du Club ÉcoQuartier de juillet 2025, un atelier était proposé par Plante&Cité pour présenter les co-bénéfices de la nature en ville en matière de santé (mentale, physique et sociale). En effet, de nombreuses études ont prouvé les effets de la proximité avec la nature sur la diminution du stress et de l'anxiété, des troubles dépressifs, la restauration des capacités d'attention et de concentration. Des effets physiques ont également été observés, la présence d'espaces de nature étant corrélée à la réduction de l'obésité et des maladies associées, des troubles cardiovasculaires et respiratoires, notamment grâce à leurs effets sur la réduction des températures urbaines et de la pollution atmosphérique. Enfin, les espaces de nature urbains permettent également la construction de liens sociaux et favorisent le sentiment d'appartenance communautaire. Toutes ces observations permettent d'affirmer que les notions de nature en ville et d'urbanisme favorable à la santé, de plus en plus documentées, sont étroitement reliées.

6.3 La répliquabilité de la renaturation face aux freins à lever

Les retours d'expérience mettent d'abord en évidence un **changement de pratique encore naissant, modeste et insuffisant** dans la chaîne de l'aménagement opérationnel : de nombreuses ressources, guides et retours d'expérience existent désormais sur la renaturation et les solutions fondées sur la nature, mais ils diffusent encore trop lentement auprès des acteurs (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, services techniques, exploitants). Par conséquent, les équipes de projet continuent souvent à s'appuyer sur des routines techniques éprouvées mais peu favorables à la biodiversité et à l'adaptation au changement climatique.

→ Voir notamment les actions du Plan Nature en Ville : 4.3.1 « Promouvoir le portail Centre de ressources Nature en ville, renforcer son offre de services et mettre en avant les retours d'expérience »

En parallèle, on assiste à une multiplication des **outils d'aide à la décision et d'évaluation** (cartographies de potentiel de renaturation, outils fonciers, référentiels techniques, évaluation des impacts) qui restent encore insuffisamment diffusés et appropriés par les praticiens. Leur manque d'interopérabilité, l'absence

6 – ENSEIGNEMENTS ET PERSPECTIVES

de centralisation lisible et le déficit d'accompagnement pour les prendre en main limitent fortement leur usage dans le pilotage concret des opérations.

→ Voir notamment les actions du Plan Nature en Ville : 3.2.1 « Cartographier, structurer et déployer l'offre d'outils d'aide à la décision, tel que Sesame »

Le **modèle économique de la renaturation** constitue un autre frein majeur, encore peu explicité dans les montages d'opérations : la renaturation génère peu de recettes directes, tout en mobilisant des coûts initiaux et de gestion non négligeables. Cette difficulté à intégrer la valeur écologique, sociale et climatique dans les bilans d'aménagement freine l'arbitrage en sa faveur, comme le soulignent les travaux sur les nouveaux modèles économiques urbains.

→ Voir notamment les actions du Plan Nature en Ville : 3.1.1 « Diversifier et pérenniser les leviers de financement de la renaturation »

Ces dynamiques se heurtent encore à des **résistances professionnelles**, notamment chez certains praticiens en charge de la conception ou de l'entretien (paysagistes, services espaces verts, services techniques), dont les référentiels restent parfois centrés sur des formes végétales très maîtrisées et peu spontanées. Cela renforce la nécessité de travailler finement la dimension participative des projets, en associant dès l'amont les services gestionnaires, les habitants et les usagers pour co-construire des objectifs et des formes de nature acceptables et partagées.

→ Voir notamment les actions du Plan Nature en Ville : 4.1.2 « Promouvoir les dispositifs locaux de participation citoyenne » 4.2.2 « Proposer aux décideurs territoriaux des formations ciblées « nature en ville »

La renaturation appelle en outre l'acquisition de **compétences nouvelles**, en particulier pour gérer des sols reconstitués, des dynamiques écologiques plus complexes et des palettes végétales diversifiées et résilientes. Cela suppose de renforcer la **formation continue**, de développer des **partenariats** avec des écologues, pédologues ou gestionnaires d'espaces naturels, et d'inscrire ces compétences dans la durée au sein des collectivités comme des opérateurs privés.

→ Voir notamment les actions du Plan Nature en Ville : 4.2.1 « Dresser l'état des lieux actuel et prospectif de l'offre et des besoins de formations initiales sur l'ingénierie et le génie écologique et les renforcer en fonction » et 4.2.2 « Proposer aux décideurs territoriaux des formations ciblées « nature en ville »

Ces retours d'expérience soulignent la nécessité d'une réflexion approfondie et d'une **collaboration étroite entre l'ensemble des acteurs de l'aménagement** pour construire des palettes végétales et des techniques de plantation adaptées, résilientes et réellement contributrices à la renaturation des espaces urbains. Cette approche doit permettre d'anticiper les effets du changement climatique, de renforcer la biodiversité et d'améliorer durablement le cadre de vie, en faisant de la renaturation un ingrédient structurant des projets, et non un simple supplément paysager.

→ Voir notamment les actions du Plan Nature en Ville : 3.2.3 « Déployer une communication ciblée sur l'importance de recourir en priorité aux solutions fondées sur la nature pour répondre aux enjeux d'adaptation des villes au changement climatique »

7 BOITE À OUTILS

La liste non exhaustive de documents présentés ci-après a été pensée sous la forme d'une « **boîte à outils** » pour les aménageurs. Elle donne un aperçu des principaux documents ressources identifiés dans le présent livrable et/ou qui ont servi de point de départ ou d'alimentation des réflexions du cycle d'ateliers. Les autres documents qui ont servi de point de départ ou d'alimentation des réflexions du cycle d'ateliers sur la nature en ville sont recensés dans la bibliographie (§ **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Une icône permet d'identifier la nature des documents présentés :

📖 : méthodologie générale ou rapport de recherche

🔍 : document spécifique à un projet avec un potentiel de répliquabilité

🔧 : présentation d'un outil d'aide à la décision ou à l'évaluation.

Ces sources sont classées en fonction des enjeux qu'elles abordent. Certaines présentent des liens cliquables permettant leur téléchargement, d'autres sont numérotées et font partie des documents d'annexes à part.

Ces annexes sont classées en fonction des enjeux qu'elles abordent. Certaines présentent des liens cliquables permettant leur téléchargement, d'autres sont numérotées et font partie du document d'annexes à part.

7.1 Documents transversaux

📖 Page web "Nature en Ville" du Cerema

Cette page recense via le mot "Nature en Ville" l'ensemble des publications du Cerema qui traitent du sujet.

<https://www.cerema.fr/fr/mots-cles/nature-ville>

📖 Site "Plus fraîche ma ville"

Startup d'État portée par l'Agence de la Transition Écologique (ADEME), en partenariat avec l'association des maires de France (AMF) et l'agence nationale pour la rénovation urbaine (ANRU), la mission de "Plus fraîche ma ville" est d'aider les collectivités dans le choix de solutions de rafraîchissement urbain pérennes et durables. Elle met en avant notamment les solutions fondées sur la nature et le rôle du végétal dans le rafraîchissement.

<https://plusfraichemaville.fr>

Cahiers BAUM, PUCA, 2024-2025

Le programme BAUM, lancé en 2019 par le PUCA, a pour objectif d'explorer les impacts des formes urbaines sur la biodiversité. À la suite de l'appel à projets de recherche de 2020, six groupes de recherches ont été constitués. La restitution de ces travaux de recherche a pris la forme de cahiers, disponibles au téléchargement via ce lien : [Cahiers BAUM | Plan Urbanisme Construction Architecture](#)

Renaturer – principes et méthodologie, Fédération des SCoT, 2024

L'étude de la Fédération des SCoT vise à aborder les enjeux de renaturation à l'échelle territoriale, sur les espaces bâtis et non-bâtis. Elle propose une palette de pistes de réflexions pour adapter les stratégies écologiques territoriales à la réalité des territoires. Ce document propose une définition du terme et des enjeux de la renaturation, et répond aux questions de *pourquoi* et *comment* renaturer un territoire. Il offre également la présentation d'une dizaine d'exemples de renaturation dans les territoires afin d'inspirer les lecteurs. Il est disponible au téléchargement via ce lien : [ETUDE - Renaturer](#)

Retours d'expériences et pratiques locales répliquables :

Vade-mecum pour l'aménagement des espaces publics – Nature en ville, Paris la Défense, 2023 (voir annexe A1)

Le vade-mecum pour l'aménagement des espaces publics est conçu comme une boîte à outils opérationnelle pour intégrer les thématiques de nature en ville aux différentes phases du projet (études de conception, chantier et après la livraison). Cet outil interne de l'aménageur permet de systématiser la prise en compte des enjeux de nature en ville dans les projets d'aménagement.

Stratégie de renaturation – Parc Méridia, EPA Nice Ecovallée, 2023 (voir annexe A2)

DVD

Ce document stratégique a pour but de favoriser la renaturation du Parc Méridia lors du travail de l'EPA Nice Ecovallée. Il présente les résultats de l'étude d'Hekladonia sur différents sujets, de l'activation des sols au choix des structures écologiques. Ces études amont sont primordiales pour mener à bien un projet d'aménagement tenant compte des enjeux de renaturation.

7.2 Guides et méthodologies thématiques

7.2.1 Désimperméabilisation

DESIVILLE : Méthode et catalogue de solutions de désimperméabilisation applicables en ville, ADEME, 2025

Le projet DESIVILLE vise à apporter un cadre méthodologique en vue d'élaborer des stratégies de désimperméabilisation intégrant l'ensemble des enjeux, y compris environnementaux, sous forme d'un guide. Il propose ainsi des développements méthodologiques pour cartographier le potentiel de désimperméabilisation à l'échelle territoriale en prenant en compte différents critères dont les surfaces imperméabilisées, les îlots de chaleur urbains, la pollution des sols, les inondations par remontée de nappe, les aménités et la multifonctionnalité des sols. Il élabore également un catalogue plus opérationnel de solutions de désimperméabilisation. Ce guide est téléchargeable en suivant ce lien : [DESIVILLE : où et comment désimperméabiliser les sols urbains ?](#)

Guide opérationnel pour redécouvrir les sols urbains, Plante & Cité, 2025

Le projet Désimperméabilisation des Sols, Services Écosystémiques et Résilience des Territoires (DESSERT) a pour but de mieux connaître l'état, le fonctionnement et la capacité de sols urbains à rendre des services écosystémiques avant et après désimperméabilisation. Ce guide, réalisé par les partenaires multidisciplinaires de DESSERT, propose une aide à la conception d'opérations de désimperméabilisation fondée sur des acquis scientifiques, et explique les différents bienfaits du descellement. Au-delà d'une description des étapes et des documents nécessaires pour mener à bien ces opérations, il souligne leur rôle fondamental pour atteindre des villes à haut niveau de fonctions écologiques et de services écosystémiques. Ce guide est téléchargeable en suivant ce lien : [Désimperméabiliser les villes. Plante & Cité publie un guide opérationnel pour \(re\)découvrir les sols urbains - Plante & Cité](#)

7.2.2 Qualité des sols

Connaître la qualité des sols pour mieux les préserver : un diagnostic au moment des ventes ? L'Institut de la Transition Foncière, 2025

Cette étude de faisabilité de la mise en œuvre d'un diagnostic de santé des sols dans les cessions foncières vise à évaluer les méthodes de diagnostic employables et leur faisabilité technique, juridique, opérationnelle et financière, dans le cadre des cessions foncières. Il s'agit d'évaluer le potentiel de mise en œuvre de ces méthodes, en relation avec des objectifs de politiques publiques (données publiques, évaluation), des objectifs de marché (fonctionnement du marché immobilier et effet sur les prix), et des objectifs de sensibilisation à la qualité des sols. Cette étude est téléchargeable en suivant ce lien : https://www.transitionfonciere.fr/_files/ugd/f09611_f6ffd06da62a4c49987f977021763172.pdf

Bilan de la recherche sur la multifonctionnalité des sols, ADEME, 2023

Ce document a pour objet l'identification et la synthèse des projets de recherche sur la multifonctionnalité des sols financés par l'ADEME, afin de permettre le transfert des résultats de la recherche vers les acteurs de l'aménagement. Ainsi, les outils de l'ADEME sont exploitables par les aménageurs au lieu de rester uniquement dans le monde de la recherche. Cette synthèse est téléchargeable en suivant ce lien : [Le bilan de la recherche sur la multifonctionnalité des sols](#)

Rapport MUSE - Intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme, CEREMA, 2022

Le projet MUSE propose une méthode pour renseigner et cartographier, à l'échelle des PLUi, la multifonctionnalité des sols pour les zones urbaines et non urbaines. C'est une approche globale qui se base sur un ensemble de données disponibles et facilement accessibles à l'échelle du territoire national. Son rapport final est directement téléchargeable en suivant ce lien : [MUSE - Intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme](#)

Rapport d'étude DESTISOL : Les sols, une opportunité pour un aménagement urbain durable, CEREMA, 2017

Le projet DESTISOL vise à favoriser l'intégration des propriétés, des fonctions et des services rendus par les sols dans les projets d'aménagement urbain. L'outil d'aide à la décision développé dans le cadre du projet DESTISOL permettra de fournir aux acteurs de la programmation urbaine des recommandations en matière d'usages ou de destinations à donner aux sols urbains dans les phases de conception « amont » de leurs projets. Les maîtres d'ouvrage et les assistances à maîtrise d'ouvrage pourront également utiliser cet outil qui permettra de valoriser les services écosystémiques rendus par leurs projets. Le rapport de cette étude est téléchargeable en suivant ce lien : [DESTISOL : Les sols, une opportunité pour un aménagement urbain durable](#)

 Retours d'expériences et pratiques locales répliquables :

CCTP pour « L'étude de définition et expérimentation d'un projet de renaturation de la plateforme haute du site de Micheville », EPA Alzette-Belval, 2022 (voir annexe B1)

DVD

Afin d'intégrer la réflexion sur la place de la nature en ville dès les premières étapes de son projet d'aménagement de la plateforme haute de Micheville, l'EPA Alzette-Belval a lancé une étude sur la renaturation dans le cadre du programme DVD. Le cahier des clauses techniques particulières de cette étude est fourni ici à titre d'exemple.

Stratégie de dépollution de Bordeaux Euratlantique (voir annexe B2)

La stratégie de dépollution de l'OIN Bordeaux Euratlantique est un document interne visant à systématiser la gestion des terres polluées sur le périmètre de l'OIN. Pour ce faire, il distingue deux typologies de pollution, entraînant une gestion différenciée en fonction de la nature de pollution des sols. Cette stratégie permet d'assurer un traitement uniforme des travaux de dépollution des sols au niveau de l'établissement.

Processus de gestion circulaire des terres – Projet Bongraine - Aquitanis (voir annexe B3)

DVD

Cette annexe propose un exemple de cahier des charges pour une mission d'AMO pour la mise en œuvre d'une gestion circulaire des terres et sols de plantation. Elle s'accompagne d'une fiche de synthèse produite en fin de mission AMO, récapitulant les différentes considérations à prendre en compte et actions à mener dans le cadre de ce processus.

7.2.3 Palette végétale

Présentation de l'outil Sésame, Cerema, 2022 (voir annexe C1)

L'outil Sésame « Service Ecosystémique des Arbres Modulé par l'Essence » est un outil conçu par le Cerema pour accompagner les collectivités dans l'élaboration de leur stratégie urbaine et paysagère, en particulier dans la conception et la prise de décision concernant la végétalisation du territoire. Sésame a composé une riche base de données, comportant des informations sur 800 espèces d'arbres et les services écosystémiques rendus par chacune. Il est doté d'un cahier de présentation permettant aux acteurs opérationnels de s'en emparer sans difficulté. La présentation de cet outil est consultable via ce lien : [Sésame, outil pour intégrer l'arbre dans vos projets de renaturation urbaine | Sésame](#). De plus, cet outil a été présenté par le Cerema lors de l'atelier du Lab2051 du 6 décembre 2023. Le support de présentation utilisé lors de cette session est consultable en annexe C1.

Retours d'expériences et pratiques locales répliquables :

Charte de l'arbre, Communauté d'agglomération du Sicoval, 2019

La charte de l'arbre, mise au point par le SICOVAL et les 36 communes qu'il accompagne, vise à formaliser un engagement symbolique de mise en valeur et de protection des arbres, ainsi que de promotion de la concertation et de la co-construction des actions avec tous les acteurs concernés afin d'engager toutes les parties prenantes dans la protection du patrimoine arboré commun. Cette charte est consultable et téléchargeable en suivant ce lien :

https://www.sicoval.fr/app/uploads/2021/12/Charte_Arbre-1_compressed.pdf

Présentation pédagogique de l'étude d'adaptation au changement climatique de palette végétale et des techniques de plantation, Communauté d'agglomération du Sicoval, 2024 (voir annexe C2)

DVD

Le Sicoval propose une présentation pédagogique de l'étude menée sur l'adaptation de la palette végétale au changement climatique et des différentes techniques de plantation. Cette présentation a été pensée comme une base de connaissances garantissant une bonne compréhension des enjeux du végétal, permettant ainsi d'acculturer les différentes parties prenantes. Celle-ci communique notamment sur le *pourquoi* et le *comment* il est nécessaire de planter, avec une partie anglée sur les enjeux spécifiques du Sicoval.

Méthode de conception d'une palette végétale, Territoire de l'Ouest, 2024 (voir annexe C3)

DVD

Le Territoire de l'Ouest a mis en œuvre une méthode de conception de palettes végétales pour la ZAC Ecocité Phaonce située sur le territoire de La Réunion. Un document présentant cette méthode recense les principales étapes nécessaires à la création d'une palette végétale sur mesure pour un projet d'aménagement. La palette végétale proposée a pris la forme d'une matrice de donnée avec différentes informations importantes sur les essences sélectionnées.

7.2.4 Intégration des parties prenantes

Caractérisation d'une méthode de projet "à la Bongraine" et formalisation d'un bilan critique, Aquitanis, 2024 (voir annexe D1)

DVD

La méthode Bongraine présentée dans ce livrable est une façon novatrice de faire et de penser un projet d'aménagement. C'est une approche qui vise à bousculer les pratiques et le regard de l'aménageur sur les questions de participation des différentes parties prenantes. Les réflexions autour de cette méthode, encore à l'état de prototype, sont réunies dans ce document.

Renaturation, plantation de micro-forêts, gestion intégrée des eaux pluviales et participation : Natur'O Lycées Centre-Val de Loire (voir annexe D2)

La Région Centre-Val de Loire porte un programme visant à renaturer les lycées de l'Académie d'Orléans-Tours, avec un objectif de renaturation de 50% des lycées dans le cadre de la mandature. En 2025, plus de 25% des lycées ont été renaturés.

7.3 Exemples d'outils d'aide à la décision et d'évaluation

Application web pour le calcul du CBSH, GT7 biodiversité (voir annexe E1)

L'application web de calcul du coefficient de biotope surfacique harmonisé permet aux aménageurs de calculer facilement cet indicateur dont le but est d'évaluer le potentiel de biodiversité d'un site, de manière uniforme à travers les différents projets d'aménagement. Cette application, mise au point par le GT 7 Biodiversité du projet Cap 2030 et soutenue par le CSTB, est disponible via le lien suivant : [CAP2030 GT7](#). De plus, les travaux du GT7 – Cap 2030 ont été présentés par le CSTB lors de l'atelier du Lab2051 du 6 décembre 2023. Le support de présentation utilisé lors de cette session sera consultable en annexe E1.

Présentation lors du Lab2051 de l'outil Mimosa, Nobatek INEF4 (voir annexe E2)

L'outil Mimosa, présenté par Nobatek INEF4 lors de l'atelier du Lab2051 du 6 décembre 2023, permet de mesurer objectivement les effets des différentes solutions de renaturation, en offrant aux porteurs de projets un moyen de maximiser les bénéfices écologiques tout en prenant en compte les contraintes

techniques et économiques. Le support utilisé pour présenter l'outil lors de la session du Lab2051 est disponible en annexe E2.

Présentation lors du Lab2051 de l'outil Mésange, Suez Consulting (voir annexe E3)

L'outil Mésange, présenté par Suez Consulting lors de l'atelier du Lab2051 du 6 décembre 2023, est un dispositif d'analyse des services écosystémiques destiné à réaliser une évaluation rapide des projets d'aménagement. Il permet de comparer qualitativement plusieurs scénarios d'aménagement en tenant compte de la conciliation des services fournis par les espaces et des besoins des habitants. Le support utilisé pour présenter l'outil lors de la session du Lab2051 est disponible en annexe E3.

Présentation lors du Lab2051 de l'outil Biodi(V)strict, Urbalia et AgroParisTech (voir annexe E4)

L'outil Biodi(V)strict, présenté par Urbalia lors de l'atelier du Lab2051 du 6 décembre 2023, est un dispositif d'analyse des services écosystémiques qui évalue le potentiel de biodiversité des projets urbains en construction et les bénéfices apportés par la nature en ville. Le support utilisé pour présenter l'outil lors de la session du Lab2051 est disponible en annexe E4.

8 BIBLIOGRAPHIE

Il existe de très nombreuses ressources sur le sujet de la nature en ville et des enjeux de renaturation. Le **centre de ressources Plante & Cité**, disponible via [ce lien](#), est extrêmement fourni et permet aux lecteurs de creuser davantage le sujet. La bibliographie qui suit, en complément du travail effectué sur les annexes, présente un panel, non exhaustif, des principales ressources utiles qui ont inspiré le cycle d'ateliers du Lab2051.

- ADEME. (2025) « Aménager avec la nature en ville » (Accès : <https://bibliothèque.ademe.fr/urbanisme-territoires-et-sols/1170-amenager-avec-la-nature-en-ville-9791029711794.html#product-presentation>)
- Butlen, J.B., Sirot, P., Basile, M. (2024), « Sols vivants – mieux prendre en compte les sols dans l'aménagement », *Parenthèses*
- Divo A., Jault F. (2024), « Gérer la biodiversité en milieu urbain », *Territorial éditions*
- Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires. (2024), « Guide de l'aménagement durable » (Accès : <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide-amenagement%20juin%202024%20complet%20web.pdf>)
- Plante & Cité. (2024), « Cultiver les paysages fruitiers en ville : guide d'accompagnement de projets. » (Accès : https://www.ressources.plante-et-cite.fr/GEIDFile/Guide_fruitiers_VF_WEB.pdf?Archive=192778091095&File=%5BGuide%5D%5Fcultiver%5Fles%5Fpaysages%5Ffruitiers%5Fen%5Fville)
- OFB. (2024), « De la graine aux paysages : pourquoi et comment prescrire des végétaux sauvages et locaux. » (Accès : https://doctech.cbnpmp.fr/delagraineaupaysage_prescrire_vegetal_local.pdf)
- Plante & Cité. (2024), « Cultiver les paysages fruitiers en ville : guide d'accompagnement de projets. » (Accès : https://www.ressources.plante-et-cite.fr/GEIDFile/Guide_fruitiers_VF_WEB.pdf?Archive=192778091095&File=%5BGuide%5D%5Fcultiver%5Fles%5Fpaysages%5Ffruitiers%5Fen%5Fville)
- L'Union Sociale pour l'Habitat. (2024), « Optimiser l'usage du foncier Hlm à l'heure du ZAN. » Repères n°138. (Accès : <https://www.union-habitat.org/centre-de-ressources/energie-environnement/optimiser-l-usage-du-foncier-hlm-l-heure-du-zan-reperes>)
- PUCA. (2023), « Gouverner le métabolisme : les terres excavées franciliennes » (Accès : <https://www.urbanisme-puca.gouv.fr/gouverner-le-metabolisme-les-terres-excavees-a2710.html>)
- Plante & Cité. (2023), « La nature en ville : un investissement pour la santé publique (note aux décideurs) » (Accès : <https://www.ressources.plante-et-cite.fr/Record.htm?idlist=2&record=19183840124919010229>)
- Plante & Cité. (2023), « Conception écologique d'un espace public paysager – Guide méthodologique de conduite de projet » (Accès : <https://www.ressources.plante-et-cite.fr/Record.htm?idlist=1&record=19181610124919098929>)
- CEREMA. (2023), « Faire de la nature un pilier de la ville de demain » (Accès : <https://publications.cerema.fr/webcdc/les-essentiels/nature-ville-demain/datas/pdf/ville-demain.pdf>)
- CEREMA. (2022), « Les super pouvoirs des sols : des solutions pour la ville de demain » (Accès : <https://doc.cerema.fr/doc/SYRACUSE/595035/les-super-pouvoirs-des-sols-des-solutions-pour-la-ville-de-demain>)
- CEREMA. (2022), « Comment identifier un potentiel de renaturation à large échelle? » (Accès : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/comment-identifier-potentiel-renaturation-large-echelle>)
- A'urba. (2022), « Désimperméabilisation des sols : enjeux et leviers d'action » (Accès : <https://www.aurba.org/productions/desimpermeabilisation-des-sols/>)

7 – BIBLIOGRAPHIE

- ARB IDF. (2022), « Renaturer les villes – méthodes, exemples et préconisations » (Accès : <https://www.arb-idf.fr/nos-travaux/publications/renaturer-les-villes/>)
- ARB IDF. (2022), « Quel potentiel de renaturation en Île-de-France ? » (Accès : <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/quel-potentiel-de-renaturation-en-ile-de-france/>)
- CEREMA. (2022), « Nature en Ville : développer la biodiversité dans le milieu urbain » (Accès : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/faire-nature-pilier-ville-demain-cerema-presente-demarche>)
- OFB. (2022), « Renaturer les sols : des solutions pour des territoires durables » (Accès : <https://www.ofb.gouv.fr/sites/default/files/Fichiers/Plaquettes%20et%20rapports%20institut/renaturer-les-sols.pdf>)
- Humanité et biodiversité. (2022), « Zéro Artificialisation Nette du territoire – Comment le secteur de la construction et de l'immobilier peut-il s'engager ? » (Accès : <https://engagementspourlanature.ofb.fr/sites/default/files/2022-05/Guide%20HBE-ZAN.pdf>)
- SCE. (2022), « Valorisation des expériences et initiatives en matière de dispositifs de soutien à la nature en ville » (Accès : https://www.nature-en-ville.com/sites/nature-en-ville/files/document/2022-10/201009_Rapport_MTE_nature_ville_v6_compressed.pdf)
- FNAU. (2022), « Repenser les écosystèmes par la planification » (Accès : https://www.fnau.org/wp-content/uploads/2022/06/fnau_53_nature_v9_hd_sans_traits_coupe.pdf)
- WWF. (2021), « Des solutions fondées sur la nature en milieu urbain » (Accès : https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/exe_wwf_a4_template_sbn_final_fr.pdf)
- CEREMA. (2021), « Rafrâichissement des villes : solutions existantes et pistes de recherche » (Accès : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/rafrâichissement-villes-solutions-existantes-pistes?folder=10654>)
- Plante & Cité. (2021), « effets bénéfiques des espaces de nature en ville sur la santé » (Accès : https://www.plante-et-cite.fr/specif_actualites/view/942/typeactu:actualites/slug:effets-benefiques-des-espaces-de-nature-en-ville-sur-la-sante-synthese-des-recherches-internationales/page:5/n:9/themes:1,2,3,6,7,8)
- ADEME. (2020), « Enjeux de la reconversion d'une friche et comment évaluer la réhabilitation écologique d'un sol dégradé (projet bio-tubes) » (Accès : <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-territoires-et-sols/3770-enjeux-de-la-reconversion-d-une-friche-et-comment-evaluer-la-rehabilitation-ecologique-d-un-sol-degrade.html>)
- BRGM. (2020), « Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de sites et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement » (Accès : <https://ssp-infoterre.brgm.fr/fr/guide/valorisation-hors-site-tex>)
- CEREMA. (2020), « Les sols urbains sont-ils cultivables ? » (Accès : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/comment-identifier-potentiel-renaturation-large-echelle>)
- CEREMA. (2020), « Milieux humides : Préservation de la biodiversité en milieu urbanisé » (Accès : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/milieux-humides-preservation-biodiversite-milieu-urbanise>)
- CDC Biodiversité. (2020), « Nature en ville : aménager aujourd'hui les communes de demain » (Accès : [N17-COMPREDRE-FR-MD-WEB-2.pdf](https://www.cdc-biodiversite.fr/IMG/pdf/N17-COMPREDRE-FR-MD-WEB-2.pdf) ([caissedesdepots.fr](https://www.caissedesdepots.fr)))
- Desjardins, X. (2020), « Planification urbaine, la ville en devenir », Armand Colin
- Bailly E., Marchand D., Maugard A. (2019), « Biodiversité urbaine pour une ville durable ». Editions PC.
- Jaeger A. (2018), « La nature en ville : comment accélérer la dynamique ? », *Les avis du CSE, journal officiel de la république française*, Mandature 2015-2020 – Séance du 11 juillet 2018 (Accès : https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2018/2018_21_nature_ville.pdf)
- Yudina A. (2017), « Villes-jardins. Vers une fusion entre le végétal et la ville », Ulmer
- AUDIAR. (2016), « Renaturation des milieux urbains » (Accès : https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/note_renaturation.pdf)
- ARB. (2015), « Nature en ville et changements climatiques - Capitale française de la biodiversité » (Accès : https://www.arb-idf.fr/fileadmin/DataStorage/user_upload/Recueil_Action_capitale_2015.pdf)
- GIS SOL : le site de GIS SOL répertorie de nombreuses ressources sur les sols. Les fiches du GIS SOL présentent de manière synthétique des enjeux liés en lien avec les sols. <https://www.gissol.fr/publications>