

**CONCOURS EXTERNE, INTERNE ET TROISIÈME CONCOURS
DE TECHNICIEN PRINCIPAL TERRITORIAL DE 2^e CLASSE**

SESSION 2024

ÉPREUVE DE RAPPORT AVEC PROPOSITIONS OPÉRATIONNELLES

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt. Ce rapport est assorti de propositions opérationnelles.

Durée : 3 heures
Coefficient : 1

SPÉCIALITÉ : ESPACES VERTS ET NATURELS

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

Ce sujet comprend 23 pages.

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend
le nombre de pages indiqué.**

S'il est incomplet, en avertir le surveillant.

Vous êtes technicien principal territorial de 2^e classe, en charge des travaux neufs d'aménagement d'espaces verts au sein de la direction des parcs et jardins de Techniville, 65 000 habitants, ville centre d'une communauté d'agglomération de 120 000 habitants.

Dans une perspective d'aménagement maîtrisé du territoire définie dans le PLUi, une attention spécifique est portée à la protection et à la valorisation des sols urbains en place dans les projets locaux.

Dans ce contexte, vous êtes chargé du projet de requalification d'une friche urbaine de 2000 m² qui doit être transformée en square, en valorisant les sols en place.

Ce nouveau square offrira à la population une aire de jeux et des espaces de repos dans une ambiance très végétale. Lors d'une réunion publique, une association locale s'est manifestée pour que l'aménagement d'un espace de jardins partagés soit également étudié.

Dans un premier temps, la directrice des services techniques vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport technique sur la préservation des sols urbains.

10 points

Dans un deuxième temps, elle vous demande de formuler des propositions opérationnelles favorisant la valorisation des sols en place et la protection de la ressource (terre végétale, eau) dans le cadre de l'aménagement du square.

Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.

10 points

Liste des documents :

- Document 1 :** « Sols urbains : des ressources méconnues à préserver » - L. Hespel - *Le lien horticole* n°1092 - Janvier-février 2020 - 1 page
- Document 2 :** « Réemployer des terres pour dessiner le cœur vert » (extrait) - *Projet Paysage(s)* - Novembre 2021 - 2 pages
- Document 3 :** « Les sols au cœur des stratégies de nature en ville » - P. Branchu, C. Neaud, P.Ouallet - *Techni.Cités* n°358 - Décembre 2022 - 3 pages
- Document 4** « Sols » (extraits) - Référentiel de gestion écologique des Espaces verts - *Plantes & Cités* - Edition 2020 - 5 pages
- Document 5** « Le sol n'est plus ce grand oublié » (extraits) - *Espace public & Paysage* - Mars-avril 2022 - 2 pages
- Document 6** « Une méthode pour estimer le potentiel de renaturation » - L. Verbeke - *Techni.Cités* n°361 - Mars 2023 - 2 pages

Document 7 : « La multifonctionnalité des sols, une nouvelle boussole » - A. Delmolino
- *Techni.Cités* n°343 - Mai 2021 - 2 pages

Document 8 : « Multifonctionnalité des sols en milieu urbain : projet MUSE » - *ademe.fr*
- Consulté en novembre 2023 - 2 pages

Document 9 : « Terres naturelles issues de l'Economie Circulaire » (extrait) - *Espace public & Paysage* - Mai-juin 2023 - 1 page

Documents reproduits avec l'autorisation du CFC

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet

Écologie urbaine

Sols urbains : des ressources méconnues à préserver

Pour pousser dans de bonnes conditions, les plantes ont besoin d'un sol de bonne qualité. Or, en ville, les sols sont fortement anthropisés, mais aussi peu étudiés.

« Pour l'instant, le sol est le compartiment de la ville le moins étudié », soulignait

Christophe Schwartz, du laboratoire Sols et environnement (Université de Lorraine) lors du colloque « Histoire d'arbres » à Mons, en Belgique, le 21 novembre.

« L'étude des sols anthropisés (c'est-à-dire transformés sous l'action de l'homme) a émergé dans les années 70, notamment pour les friches industrielles [NDLR : en lien avec des contaminations potentielles]. Puis les sols des jardins potagers ont commencé à être examinés. » Plus récemment encore, des recherches ont débuté sur les sols en ville. Il en ressort qu'ils sont souvent contaminés, mais une majorité d'entre eux sont fertiles.

Une forte hétérogénéité

Des sols anthropogéniques et pseudo-naturels se côtoient. Cette hétérogénéité très forte résulte de l'histoire des villes. Sur trente-sept profils de sols non imperméabilisés, provenant de trois métropoles françaises, dix-neuf sont très anthropisés et treize sont pseudo-naturels. Il n'y a donc pas, en milieu urbain, que des sols présentant de fortes contraintes.

Quels services écosystémiques ?

La contribution des sols urbains aux services écosystémiques est assez peu étudiée. Parmi tous les services rendus par ces milieux, une majorité sont en lien avec la présence végétale. Si une partie de ces plantes se développent sur des murs, des toits ou dans des pots, la plupart poussent dans les sols urbains. La végétation rend différents services, comme la lutte contre les îlots de chaleur, la diminution des teneurs en particules dans l'air, la favorisation de la biodiversité, etc.

Concernant les sols à proprement parler, s'ils ne sont pas imperméabilisés, ils permettent une infiltration des eaux atmosphériques, réduisant ainsi les risques



d'inondations, mais ils peuvent aussi stocker du carbone, stabiliser les polluants, maintenir la biodiversité, etc.

Construire un sol

Dans certaines situations, comme la réhabilitation de sites dégradés, par exemple, il est nécessaire de créer du sol. Pour éviter d'acheminer de la terre végétale des territoires ruraux vers la ville, il est pos-

sible d'utiliser des déchets et sous-produits*. Ces sols ont des propriétés agronomiques optimisées pour l'implantation d'un couvert végétal, le tout dans une optique de développement durable. Mais l'accent doit être mis avant tout sur la préservation des sols existants. **Léna Hespel**

* Voir le livre *Créer des sols fertiles, du déchet à la valorisation urbaine* d'Anais Coulon et Olivier Damas, Éditions du Moniteur.



Perspective de projet sur les jardins familiaux

Pour limiter au maximum les déplacements de terre et le coût d'aménagement/m², les 4 ha de terres fertiles ont été "sanctuarisés". Laissées en place, ces terres permettent l'installation de jardins familiaux et de futures exploitations d'agriculture urbaine.

Réemployer des terres pour dessiner le cœur vert

(extrait)

Entre Saint-Denis, Stains et Pierrefitte, au cœur de tissus urbains hétéroclites, un grand vide de 30 ha, totalement déconnecté de la ville par des remblais de 4 m de haut, fait l'objet d'un projet urbain innovant d'envergure, la ZAC des Tartres. Sur cette ancienne plaine maraîchère en friche, les paysagistes coordonnateurs ont établi un plan guide où terres polluées et terres fertiles dessinent la future occupation des sols d'un grand cœur vert de 22 ha. Économie circulaire, agriculture urbaine et biodiversité sont autant d'éléments qui guident l'organisation de l'espace, à l'image de la plaine Est, première phase actuellement en chantier.

Il s'agit d'une mission originale : le projet des Tartres a été conçu, pour sa partie construite, par l'agence d'urbanisme Ozone toujours engagée dans le projet, rejointe quinze ans plus tard par l'Atelier Jours. Cette agence de paysage parisienne, qui témoigne de nombreuses références en aménagements urbains, a établi le plan guide de l'aménagement des espaces publics, en collaboration avec le bureau d'études de génie urbain MA-GEO. Le groupement joue le rôle de paysagiste coordonnateur, garant de la fidélité du projet au plan guide validé, question importante pour un projet de taille exceptionnelle où les maîtrises d'œuvre vont s'étaler sur de nombreuses années.

UN SITE AGRICOLE À L'ABANDON, NOUVEAU MORCEAU DE VILLE

Il y a encore peu, le site des Tartres, ancienne zone maraîchère, était un grand vide encombré de remblais, en faisant un espace totalement inaccessible au cœur d'un contexte urbain dense. Comme en témoignent Julia Golovanoff et Pierre Vandembrouck, fondateurs de l'Atelier Jours, "au 19^e siècle, des maraîchers parisiens

soumis à la pression foncière se sont installés aux Tartres, sur des champs légumiers devenus les "clos maraîchers" du Pavé d'Amiens. Le parcellaire est divisé pour donner naissance à ces "clos", des jardins ceints de murs, appelés costières. Des réservoirs, encore présents et emblématiques du paysage local, apparaissent pour irriguer les cultures". Mais à partir de 1950, l'urbanisation du secteur et le déclin de l'activité agricole conduisent à l'abandon partiel du site qui devient une base de chantier pour la construction de la cité du clos Saint-Lazare à Stains, puis une décharge sauvage. Avec deux exploitations agricoles encore en activité jusqu'à 2017, le reste du site est en friche ni accessible, ni traversable.

Pour les paysagistes coordonnateurs, il s'agissait donc de s'appuyer sur cette histoire agricole qui a façonné l'identité du site pour organiser ce "grand cœur vert métropolitain, imaginé il y a 20 ans déjà par O'Zone architectures dans le cadre d'un concours d'urbanisme lancé par l'agglomération. Son parti pris est fort : concentrer les constructions sur deux zones denses le long des voies de circulation existantes, au niveau des lisières Sud et Nord, afin de dégager un cœur vert le plus grand possible" complète Julia Golovanoff.



UN PLAN GUIDE ET... UNE MISSION DE MAÎTRISE D'ŒUVRE !

C'est donc pour établir le plan guide des espaces publics du territoire des Tartres que l'Atelier Jours a été missionné. *"Après avoir donné les grands principes concernant le projet de paysage, nous assurons le suivi des projets qui peuvent être réalisés par d'autres paysagistes sur la base de notre plan guide"* souligne Pierre Vanderbrouck. L'agence produit également des fiches de lots thématiques (sur la préservation et construction de réservoirs agricoles et de murs) et donne des prescriptions pour l'installation des nouveaux agriculteurs. Une mission globale donc, qui englobe toutes les composantes de ce territoire. Mais cette dernière ne s'arrête pas là : *"nous avons été retenus pour la maîtrise d'œuvre, en équipe avec MA-GEO, de la plaine Est actuellement en chantier. Ce sera la première partie livrée du cœur vert qui permettra d'ouvrir la cité du Clos Saint Lazare sur le territoire des Tartres"* ajoute Julia Golovanoff.

UNE GESTION DES DÉBLAIS/REMBLAIS INTRA-SITE

La spécificité du projet tient dans le fait qu'il ait été dessiné selon la qualité des sols en place (terres fertiles, non fertiles, polluées ou non polluées) : celle-ci conditionne les fonctions, usages et plantations. Une logique qui présente bien des atouts, dont celui d'éviter des dépenses économiques et énergétiques liées à l'exportation et l'importation de terres. Ainsi, grâce aux diagnostics pollutions faisant état de la qualité des sols, ensuite superposés aux usages observés, les paysagistes ont placé les bonnes fonctions au bon endroit. Dans une logique de gestion des déblais et remblais sur place, 100 % des terres présentes sont conservées sur site. Mais ces dernières sont déplacées selon les usages du parc et pour reconnecter l'espace au tissu urbain alentour. Ainsi, les déblais issus de la création des espaces publics sont stockés à l'ouest du site pour former un terre offrant des vues lointaines sur le territoire, tandis que les remblais pollués, impropres à un usage de parc public, sont confinées sous ce futur terre. Suivant la qualité du sol (pollué ou non), le statut de l'espace concerné (accessible ou non au public) et la nature du végétal (production comestible ou non), le mode de plantation des végétaux est différent : plantation directement dans le sol en place, apport de terre végétale saine, réutilisation de terre végétale polluée ou encore mise en place d'enclos pour réguler l'accès au public.



Planches d'essai, matériaux et calepinage

Dans une logique d'économie circulaire, les pavés et pierres du site sont réutilisés. Ils font écho au caractère agricole du site, qui abrite des murs et maisons maraîchères restaurés ou conservés.

Environnement

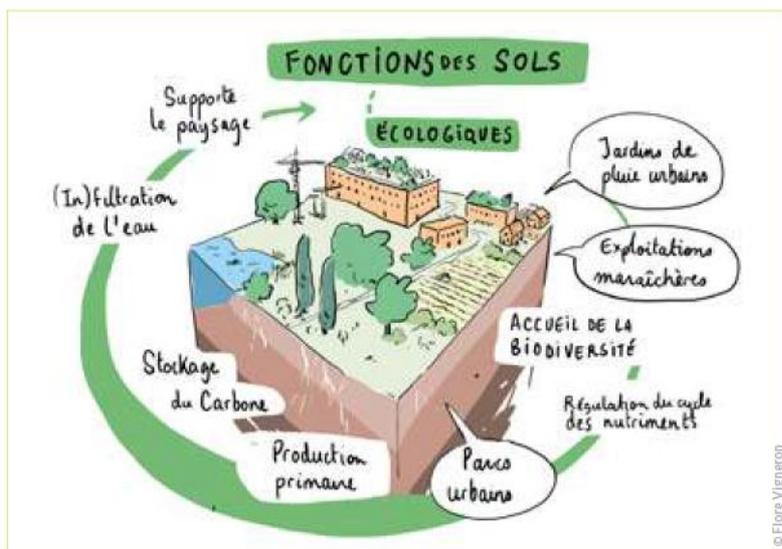
Les sols au cœur des stratégies de nature en ville

À l'aune du zéro artificialisation nette, les collectivités et EPCI doivent construire une stratégie de nature en ville basée sur la préservation et la renaturation des sols. Leur prise en compte, élément clé de l'écosystème urbain, est cruciale.

Les sols constituent une ressource non renouvelable à l'échelle d'une vie humaine et ont un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes, de par les fonctions écologiques qu'ils assurent comme l'infiltration de l'eau, l'accueil de la biodiversité, la production primaire, le stockage de carbone ou encore le support de paysage et les fonctions anthropiques liées aux usages et pratiques humaines (cf. schéma ci-contre).

En 2018, la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) a alerté sur la dégradation accélérée des sols touchant plus de 75 % des terres émergées (1). De plus en plus de sols sont dégradés, lessivés, artificialisés ou pollués ce qui se traduit généralement par une perte partielle ou totale de leurs fonctions.

En milieu urbain et périurbain, le changement climatique, combiné à l'artificialisation des sols, engendre



des phénomènes préjudiciables au bien-être et à la santé des habitants en termes d'îlots de chaleur urbains, de risque d'inondation, d'érosion de la biodiversité, de détérioration du cadre de vie, de perte de sols naturels et agricoles. Lorsque l'artificialisation se traduit par une imperméabilisation totale du sol, les fonctions écologiques sont réduites à leur plus simple expression voire disparaissent. Face à ce constat, la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 dite loi Climat et résilience porte la lutte contre l'artificialisation des sols et introduit l'objectif du zéro artificialisation nette (ZAN) autour d'un double enjeu de sobriété foncière et de qualité des sols en lien avec leurs fonctions. Elle permet ainsi de repenser le concept de nature en ville en intégrant, en complément de la biodiversité, de la gestion de l'eau et de la végétalisation des espaces, une nouvelle brique :

celle du sol. Quel que soit le projet d'aménagement concerné, la connaissance des sols est cruciale car c'est un élément central de l'écosystème qu'il convient de préserver au mieux.

Outils opérationnels

Depuis quelques années, des outils opérationnels se mettent en place afin d'améliorer la connaissance sur les sols, basés notamment sur des projets de recherche et des expérimentations territoriales. L'Ademe par exemple accompagne une vingtaine de projets sélectionnés suite à un appel à manifestation d'intérêt « objectif ZAN » qui illustrent la diversité des enjeux de l'artificialisation des sols pour les territoires et expérimentent diverses solutions à mettre en place pour y répondre (2). Ces outils peuvent se décliner à différentes échelles, du projet à la planification.



L'essentiel

- La loi Climat et résilience introduit l'objectif du zéro artificialisation nette (ZAN) autour d'un double enjeu de sobriété foncière et de qualité des sols en lien avec leurs fonctions.
- Le développement de la nature en ville croise disponibilités foncières, usages et enjeux environnementaux.
- Des méthodes de renaturation permettent d'identifier les zones à renaturer en priorité en fonction des enjeux environnementaux du territoire.

La prise en compte de la ressource sol dans les projets d'aménagement est relativement récente et nécessite de définir un vocabulaire commun autour de nouvelles notions telles que l'artificialisation, la désimperméabilisation ou encore la renaturation des sols.

Définitions autour des sols

Sol



Considéré comme l'épiderme vivant de notre planète, le sol est composé de particules minérales, de matières organiques, d'eau, d'air et d'organismes vivants et est organisé en couches différenciées appelées horizons. Le sol est souvent confondu avec le sous-sol avec lequel il est en interaction et à partir duquel il se forme. Le sous-sol correspond, lui, aux formations géologiques.

Artificialisation des sols



Considérée jusqu'à présent comme une résultante de la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers, la loi Climat et résilience lui a fourni une définition juridique portant sur « l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage ». Un sol artificialisé est donc plus ou moins perturbé par les processus d'anthropisation ou de dénaturation. Il va ainsi perdre l'enchaînement naturel des horizons (dénaturation) et ne plus pouvoir exercer ses fonctions naturelles (artificialisation). Les substrats de culture, fréquemment utilisés pour le verdissement de la ville, et notamment des surfaces bâties (façades, toitures, dalles...) ne remplacent pas les sols, en particulier dans leurs continuités verticale et latérale.

Désimperméabilisation des sols



Action volontaire de reconstituer un sol dans un objectif de gestion des eaux pluviales (infiltration, stockage, évapotranspiration). À distinguer de la désimperméabilisation sensu stricto qui ne s'intéresse qu'au revêtement de surface.

Renaturation des sols (ou restauration)



Action volontaire qui initie ou accélère le rétablissement de certaines fonctions d'un sol dégradé sans pour autant parvenir à un sol naturel en raison de la durée et de la complexité des mécanismes de formation des sols.

À l'échelle d'un projet, citons l'exemple du projet de R&D Destisol (3), sélectionné par l'Ademe, pour la « mise au point d'une méthodologie améliorant la prise en compte des potentialités des sols dans la définition des projets d'aménagement ». Il s'agit de proposer une méthodologie d'aide à la décision afin de fournir aux acteurs de la programmation urbaine (aménageurs, établissements publics, collectivités locales...), dans les phases d'études « amont » de leurs projets, des recommandations en matière d'usages ou de destinations à donner aux sols urbains en place en fonction de leur qualité et de leurs fonctions.

À l'échelle de la planification, on retrouve l'exemple de la méthode Muse (4), projet de R&D cofinancé par l'Ademe, dont l'objectif est d'aider les collectivités à mieux prendre en compte la qualité des sols dans leurs documents d'urbanisme en lien avec les enjeux et les besoins de leurs territoires. Cela se traduit par la caractérisation des sols sur la base des fonctions qu'ils sont en capacité de remplir; et d'adapter leur usage en privilégiant la préservation de ces fonctions et leur mobilisation dans le projet de territoire. Les quatre

fonctions des sols considérées sont la source de biomasse, la régulation du cycle de l'eau, le réservoir de carbone et le réservoir de biodiversité.

En permettant de caractériser les fonctions des sols dans l'état initial de l'environnement, la méthode Muse permet d'alimenter le diagnostic territorial des documents d'urbanisme. Elle permet également d'aborder l'objectif ZAN avec une vision qualitative des sols qui permet non seulement d'identifier les sols remplissant le plus grand nombre de fonctions pour favoriser leur préservation mais également de préserver les sols remplissant des fonctions indispensables pour répondre aux enjeux du territoire.

Stratégie urbaine

Le développement de la nature en ville apparaît depuis quelques années comme un objectif prioritaire pour de nombreuses collectivités : entre attentes citoyennes, recherche de fraîcheur l'été, préservation de la biodiversité, adaptation globale au changement climatique et mise en œuvre du ZAN, les territoires doivent construire leur stratégie urbaine pour répondre à l'ensemble de ces enjeux. Pour y parvenir,

les éléments à prendre en compte sont nombreux et doivent croiser disponibilités foncières, usages et enjeux environnementaux. Les démarches de désimperméabilisation et renaturation suivantes illustrent cette approche transversale.

L'objectif d'une stratégie de désimperméabilisation des sols est d'identifier les sites susceptibles d'être désimperméabilisés. La démarche se base sur l'occupation des sols, la caractérisation de leur potentiel d'infiltrabilité (lié en partie à leur texture, à la pente...) et des contraintes existantes (niveau de pollution, présence de captage d'eau ou de cavités souterraines). En parallèle, un croisement avec les projets d'aménagement ou encore les opportunités foncières, permet de hiérarchiser les zones propices à la désimperméabilisation. La méthode a été appliquée sur le territoire du Scot du Grand Narbonne (5).

Renaturation

Une autre application de cette stratégie de désimperméabilisation a été réalisée à une échelle plus fine, celle des cours d'école, en intégrant d'autres facteurs complémentaires



Une stratégie de désimperméabilisation peut être réalisée à l'échelle des cours d'école, en intégrant des facteurs comme la surface des cours, les coûts, la mutualisation possible avec d'autres travaux, etc.

- tels que la surface des cours, le chiffrage des coûts, les échanges avec les parents d'élèves et les enseignants, la mutualisation possible avec d'autres travaux, etc. Cette méthode permet aux élus de hiérarchiser les cours à désimperméabiliser en priorité. Un diagnostic plus fin devra être mis en œuvre pour la réalisation du projet sur les écoles retenues.

Concernant les stratégies de renaturation, des méthodes plus globales se sont développées ces dernières années. Le plus souvent, ces méthodes permettent d'identifier les zones à renaturer en priorité en milieu urbain en fonction des enjeux environnementaux présents sur ce territoire tels que les îlots de chaleur urbains, les risques d'inondation, l'érosion de la biodiversité ou encore la carence en espaces verts ainsi que des opportunités foncières en lien avec les projets d'aménagement et les friches du territoire.

C'est par exemple le cas de la ville d'Angoulême qui s'est engagée sur une stratégie de renaturation en lien avec la création de « Pouvrons verts » afin d'offrir des lieux de détente, de loisirs et de fraîcheur au plus près des

habitants. Pour ce faire, le Cerema a développé une méthodologie permettant de hiérarchiser les zones à renaturer en se basant sur plusieurs enjeux tels que le potentiel de désimperméabilisation, les corridors écologiques à rétablir, la nécessité d'atténuer l'effet d'îlot de chaleur urbain, les mobilités piétonnes et cyclables à développer ou encore un contexte paysager à valoriser (6). Le résultat permet à la collectivité de cibler les zones sur lesquelles les enjeux environnementaux se cumulent et sur lesquelles des opportunités de renaturation sont à saisir. Cette stratégie permet ainsi à la collectivité d'avoir une approche méthodologique structurée, permettant également de sensibiliser la population aux enjeux de nature et d'adaptation au changement climatique.

Sols en capacité « potentielle »

D'autres méthodes d'identification du potentiel de renaturation se sont aussi développées ces dernières années, se basant également sur les enjeux environnementaux des territoires et leurs opportunités foncières mais aussi en plaçant la qualité des sols au cœur de la stratégie de préservation et de renaturation (7). Il s'agit d'identifier les sols en capacité « potentielle » de remplir tout ou partie des fonctions exercées par un sol naturel. Ainsi, les sols à forte capacité à fonctionner constituent des sols à préserver en milieu urbain tandis que ceux qui ont une capacité moyenne ou nulle constituent ceux à renaturer en priorité. Pour ces derniers, un volet sur les enjeux du territoire ainsi que sur

le degré de mutabilité des espaces (en lien avec le zonage du plan local d'urbanisme en vigueur, au nombre et type de propriétaires concernés et aux coefficients d'occupation des sols) complète la démarche d'identification du potentiel de renaturation. Cette approche reste bien sûr à confronter à la réalité du terrain et à des diagnostics plus fins pour qualifier les sols. Alors que les outils d'aide à la décision se développent, le travail d'accompagnement et de sensibilisation des collectivités, élus et services techniques demeure indispensable, tout comme la capitalisation, via des retours d'expériences par exemple, pour améliorer les méthodes et les rendre génériques. Il est également nécessaire de produire des cahiers des charges pour aider les collectivités à acquérir des données sol en milieu urbain afin d'affiner la connaissance des sites suite à ce pré-travail de hiérarchisation. | **Par Philippe Branchu, responsable du programme transversal eau, sol, nature, chercheur associé à l'équipe TEAM; Christelle Neaud, responsable d'études en écologie urbaine; Pierre Ouallet, chargé d'études en environnement et aménagement, Cerema.**



Pour en savoir plus

- GIS SOL : Pour un partage de la connaissance
- « La nature source de biodiversité dans les territoires - De l'outil à la stratégie », Guide du Cerema : bit.ly/3VEJlms
- ARB: Renaturer les villes. Méthodes, exemples et préconisations.
- LPO: Sols vivants. Alternatives à l'artificialisation des sols et réhabilitation des sols dégradés.

(1) IPBES (2018) The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Montanarella L., Scholes R., and Brainich A. (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 744 pages.

(2) experimentationsurbaines.ademe.fr

(3) bit.ly/3BaE0ep

(4) bit.ly/3P0xXhU

(5) bit.ly/3EV5r1B

(6) bit.ly/3h31FrB

(7) bit.ly/3upxk8h

SOLS *(extraits)*

CE QU'IL FAUT RETENIR

Réaliser un état des lieux des sols et suivre leur évolution permet de bien connaître les sols présents sur le site et de mieux adapter ensuite la gestion.

La préservation des sols est un enjeu essentiel pour une démarche écologique. Elle passe par l'identification des risques pour les sols (érosion, perte de biodiversité, etc.) et la mise en place de mesures particulières.

Les sols en espaces verts font souvent l'objet d'apports (amendements et fertilisation), mais les stratégies utilisées doivent correspondre à de réels besoins et respecter certains principes.



Un exemple de préservation d'un milieu calcaire pauvre en matières organiques et de la diversité floristique et faunistique qu'il accueille. Jardin de Lazenay, labellisé EcoJardin en 2014, Bourges (18).

Le sol abrite plus de 25 % des espèces animales et végétales actuellement décrites. La fertilité des sols, la qualité de notre alimentation, la pureté de l'air et la qualité de l'eau sont assurées par l'activité de ces organismes. L'accroissement de la pression exercée par les activités humaines menace directement la qualité, la biodiversité et le bon fonctionnement des sols. Une bonne connaissance des sols en place sur le site est un préalable à une gestion durable des sols.

Cette partie s'intéresse donc à la connaissance des sols et aux mesures à mettre en place pour les préserver, tant dans leur structure que dans leurs caractéristiques physico-chimiques ou biologiques.

CONNAÎTRE LES SOLS

Les sols sont à l'interface entre plusieurs milieux : lithosphère, biosphère, atmosphère et homme. Ils sont souvent méconnus et parfois négligés dans la gestion. Pourtant, leur prise en considération est essentielle pour une bonne santé des espaces verts. La première étape est celle de la connaissance de ces systèmes écologiques, afin de mieux les gérer par la suite.

Pour bien connaître un sol et ensuite pouvoir adapter la gestion aux différents sols présents, il est indispensable de réaliser un état des lieux initial. Pour caractériser les différents types de sols, on utilise généralement les deux outils suivants :

- Une **cartographie des sols et/ou une description simplifiée des sols**, à la tarière ou par fosses pédologiques par exemple, qui peut aboutir à la rédaction d'un document de synthèse décrivant les différents horizons identifiés. Le document n'est pas obligatoire mais il est primordial de bien connaître les sols (nature, perméabilité, caractéristiques physico-chimiques, etc.) ;
- L'**analyse des sols** (analyse agronomique et recherche des contaminants) : des échantillons de sols, prélevés par horizon, permettent de déterminer les principales caractéristiques des sols : texture, capacité d'échange cationique (CEC), éléments disponibles et assimilables (K, P, Ca, Mg) par les végétaux, teneur en matière organique, rapport C/N, pH, sels et principaux polluants éventuels – éléments traces métalliques (ETM), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), polychlorobiphényles (PCB) en fonction de l'histoire du site, etc. Cette description des principales caractéristiques des sols est essentielle pour comprendre leur fonctionnement et pour mieux les préserver.

Toute action ayant trait aux sols (apports de compost ou d'engrais, paillage, plantations, travail du sol, etc.) a des conséquences sur leurs propriétés et leur comportement. Il est donc important de suivre régulièrement la qualité des sols où des activités ont lieu, notamment en termes de biodiversité. Des protocoles de suivi de la biodiversité des sols devront être mis en place en fonction des caractéristiques du site (en particulier faune du sol).

Toutefois, même si aucune action n'a lieu sur les sols, un suivi allégé de la biodiversité des sols est à mettre en place, avec une fréquence régulière (protocoles annuels d'analyse).

ZOOM SUR... LES MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE

Les actions de protection et de gestion des sols passent dans un premier temps par la caractérisation des sols (paramètres physico-chimiques et biologiques). Dès lors, normaliser le vocabulaire et les méthodes d'échantillonnage permet à toutes les parties prenantes de se comprendre et d'interpréter sur une même base les résultats issus des mesures.

ISO 25177:2008 « Qualité du sol - Description du sol sur le terrain »

> *Norme internationale constituant un guide pour la description du sol et du contexte environnemental d'un site donné.*

NF X31-003 Décembre 1998 « Qualité du sol - Description du sol »

> *Complément de la norme précédente : description du sol pouvant donner le contexte de la présentation des résultats à partir des analyses sur les échantillons de sol.*

BAIZE D., JABIOL B. Guide pour la description des sols. Éditions Quae, 2012. 430 p.

> *Ce guide pratique passe en revue toutes les étapes de la description des sols depuis le choix des emplacements à observer et du matériel à utiliser jusqu'au stockage, au traitement et à la transmission des informations recueillies sur le terrain.*

PRÉSERVER LES SOLS

Les sols remplissent une multitude de fonctions écologiques essentielles comme le stockage et l'épuration de l'eau, la rétention des polluants, le stockage du carbone ou encore la transformation des nutriments. Les sols sont également des réservoirs de biodiversité, et rendent des services à la fois économiques (supports des productions agricoles et forestières) et socioculturels (supports des infrastructures urbaines et industrielles).

Aujourd'hui, la dégradation des sols est un phénomène qui s'aggrave en Europe, ces derniers étant en effet soumis à des atteintes de plus en plus nombreuses, provenant notamment de pratiques inadéquates. Un projet de directive-cadre pour la protection des sols à l'échelle européenne a été publié en 2006, identifiant les principaux risques pour les sols et soulignant l'importance de leur préservation, au niveau local, national et communautaire.

Après avoir **identifié les principaux risques pour les sols**, plusieurs mesures doivent être mises en place pour leur préservation. Le tableau ci-dessous présente quelques-unes des stratégies envisageables pour **préserver les sols** :

RISQUES MAJEURS POUR LES SOLS	STRATÉGIES ENVISAGEABLES
EROSION	<ul style="list-style-type: none"> - Conserver une couverture végétale permanente des sols (paillages perméables, plantes couvre-sols, etc.) ; - Aménager des terrasses pour les sols en pente.
POLLUTION	<ul style="list-style-type: none"> - Surveiller et maîtriser les intrants et les apports de substrat exogène.
PERTE DE BIODIVERSITÉ ET DE MATIÈRE ORGANIQUE	<ul style="list-style-type: none"> - Favoriser la biodiversité des sols (faune du sol), notamment par l'apport de matière organique.
COMPACTION	<ul style="list-style-type: none"> - Éviter le piétinement ; - Éviter au maximum le passage de machines sur les surfaces végétalisées ; - Lorsque les sols sont humides à très humides : attendre d'être à une humidité inférieure à celle de la capacité au champ pour intervenir, ne jamais intervenir avec des machines.
ARTIFICIALISATION, IMPERMÉABILISATION ET RUISSELLEMENT	<ul style="list-style-type: none"> - Limiter les aménagements (couvertures, revêtements) imperméables (valoriser les surfaces poreuses) ; - Conserver une couverture végétale permanente des sols (paillages perméables, plantes couvre-sols, etc.).
SALINISATION	<ul style="list-style-type: none"> - Chercher des alternatives à l'utilisation des sels de déneigement (sable par exemple, en portant une attention particulière aux adjuvants) et rester attentif aux zones d'application (éviter le salage aux abords des noues, etc.).

ZOOM SUR... VERS UN OBSERVATOIRE PARTICIPATIF DES VERS DE TERRE

L'Université de Rennes, en collaboration avec le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) dans le cadre d'un projet d'observatoire de la biodiversité ordinaire en milieu agricole, a mis en place l'Observatoire Pratique des Vers de Terre (OPVT). Cet observatoire propose une méthode simplifiée d'observation et de comptage des vers de terre. En s'adressant à toutes les personnes volontaires pour l'observation de ces macro-organismes du sol, il va permettre de rassembler et d'analyser les observations collectées au niveau national.

Protocole et informations sur : <http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/>

Protocoles de l'observatoire de la biodiversité en milieu agricole : <http://observatoire-agricole-biodiversite.fr/>

AMÉLIORER LES FONCTIONS ÉCOLOGIQUES DU SOL

Aujourd'hui en danger, le maintien des fonctions écologiques du sol dépend à la fois des exigences vis-à-vis des sols et des soins qui leur sont apportés. Ainsi, dans une optique de gestion écologique, on gardera bien à l'esprit qu'il est toujours préférable d'**adapter la gestion et les végétaux aux sols présents**.

On distingue trois types de fertilité sur lesquelles des actions d'amélioration sont possibles :

- La **fertilité chimique**, qui comprend les principaux éléments minéraux et oligoéléments présents dans le sol, disponibles ou non pour les végétaux,
- La **fertilité biologique**, qui s'intéresse à la biodiversité du sol (macrofaune, mésofaune, microfaune, etc.) et à la matière organique,
- La **fertilité physique**, axée sur la structure physique du sol (stabilité structurale, porosité, perméabilité, etc.).

L'amélioration de ces fertilités, et donc des fonctions écologiques du sol, doit répondre à de réels besoins des sols. La réalisation d'apports réfléchis et mesurés et la limitation du travail du sol sont les clés pour y parvenir.

Réaliser des apports

Qu'il s'agisse d'éléments minéraux ou de matière organique, **les apports doivent répondre à des besoins du sol** (identifiés auparavant par le biais d'analyses par exemple) et donc correspondre à des doses et des fréquences précises évaluées pour chaque sol concerné. **Une approche écologique proscrira tout produit issu de la chimie de synthèse et ayant un fort impact environnemental** (production, transport, etc.).

Lors de la réalisation des apports, on veillera à respecter les bonnes pratiques d'application de chaque produit (période, météo...) pour limiter la contamination des eaux de surface et souterraines.

> Apports de matière organique :

Les apports de matière organique **peuvent prendre différentes formes (composts et paillages de manière privilégiée puis engrais organiques)**. Dans une optique de gestion écologique, on privilégiera les circuits courts, mais on s'assurera surtout de la qualité et de la cohérence des apports effectués avec le sol en place (analyses pour d'éventuels polluants par exemple, pH, etc.).

> Apports d'éléments minéraux :

Les apports d'éléments minéraux se feront **uniquement sous la forme d'apports d'origine naturelle (gypse, calcaire préférentiellement à la chaux, cendre, sable, etc.)**.

ZOOM SUR... DIFFÉRENCE ENGRAIS - AMENDEMENTS

La confusion entre engrais et amendements est fréquente. Pour bien les distinguer, voici les définitions de chacun de ces termes, associées à des exemples.

- **Les amendements** sont des substances incorporées aux sols pour en améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques. On distingue :
 - **les amendements organiques** : compost, fumier, paillages organiques comme le Bois Raméal Fragmenté (BRF), etc ;
 - **les amendements minéraux** : gypse, calcaire, cendres, etc.
- **Les engrais** sont des substances incorporées au sol pour répondre aux besoins nutritifs des plantes (notamment en azote, phosphore et potassium, magnésium). Les engrais peuvent être d'origine naturelle ou issus de la chimie de synthèse. Parmi les premiers, on distingue les engrais organiques (poudre d'os, sang séché, etc.) des engrais minéraux (roches broyées).

Certains amendements, comme le compost ou le fumier, présentent des éléments nutritifs intéressants pour les plantes et ont donc un pouvoir fertilisant, comme les engrais, suivant la vitesse de minéralisation.

Réduit au minimum en dehors des plantations, le travail du sol est manuel (binage, bêchage, utilisation de la grelinette, etc.). **Le retournement du sol est à exclure**, l'inversion des horizons entraînant une diminution de la faune du sol.

De manière formalisée, tous ces éléments peuvent être regroupés dans un document de gestion des sols revu régulièrement en fonction de l'état des sols concernés.

Rappel réglementaire : tout produit utilisé doit être conforme à un règlement CE ou à une norme française rendue d'application obligatoire ou disposer d'une autorisation de mise sur le marché, pour garantir son efficacité et surtout son innocuité pour l'homme et l'environnement.

GRILLE D'AUTO-ÉVALUATION

CRITÈRE	NIVEAU CRITÈRE	INDICATEUR	O/N
CONNAÎTRE LES SOLS			
Les caractéristiques des sols sont-elles connues (nature, perméabilité, caractéristiques physico-chimiques) ?	**	oui/non/partiel	
Existe-t-il une analyse récente (< 10 ans) des sols dans les zones à enjeux du site : massifs avec apports, patrimoine à préserver, zones à risques, nappes, etc. ?	**	oui/non date et document justificatif	
Un suivi adapté des éléments de la biodiversité des sols est-il mené (suivi de vers de terre, carabes, etc.) ?	**	oui/non/partiel justification du suivi	
PRÉSERVER LES SOLS			
Les zones de sol à nu (sans couvert végétal), sauf justification pour motifs écologiques, sont-elles proscrites sur le site ?	***	oui/non	
Les risques majeurs pour les sols ont-ils été identifiés (érosion, pollution, perte de biodiversité et de matière organique, compaction, imperméabilisation et artificialisation, salinisation, inondations) et les mesures de préservation correspondantes mises en place ?	**	oui/non/partiel visite des mesures	
AMÉLIORER LES FONCTIONS ÉCOLOGIQUES DES SOLS			
L'adéquation avec les sols en place est-elle favorisée (aucun apport de matière organique ou minérale) ?	**	oui/non	
Apports de matière organique			
Les matières apportées correspondent-elles aux exigences du référentiel Ecojardin (fumier, compost et paillage à privilégier, etc.) ?	**	oui/non vérification des produits apportés	
Les apports sont-ils régulés (critères de choix des apports, quantité, fréquence, fractionnement, etc.) en fonction des besoins du site ?	**	oui/non/partiel justification des apports	
L'impact sur l'environnement de tels apports est-il pris en compte (mode de production et provenance de la matière organique, etc.) ?	**	oui/non/partiel	
Apports d'éléments minéraux			
Les matières apportées sont-elles uniquement des amendements minéraux d'origine naturelle (calcaire, chaux, sable, etc.) ?	**	oui/non vérification des produits apportés	
Les apports sont-ils régulés (critères de choix des apports, quantité, fréquence, fractionnement, etc.) en fonction des besoins du site ?	**	oui/non/partiel justification des apports	
L'impact sur l'environnement de tels apports est-il pris en compte (mode de production et provenance, etc.) ?	**	oui/non/partiel	
Limitation du travail mécanique du sol			
Le travail du sol par binage et bêchage manuel est-il uniquement limité aux opérations le nécessitant (plantation) ?	**	oui/non/partiel	
Plan de gestion des sols			
Existe-t-il un document de gestion pour les sols, regroupant ces différents items ?	*	oui/non	

Le sol n'est plus ce grand oublié (extraits)

Dans le cadre de la loi Climat et Résilience, les règles d'urbanisme s'adaptent pour lutter contre l'artificialisation des sols, aujourd'hui définie par l'article L101-2-1 du Code de l'urbanisme. Mais en quoi ces nouvelles orientations législatives et réglementaires impactent-elles les acteurs du paysage ?



© Sol Paysage - Mathilde Bryan

La stratégie ZAN coïncide avec les objectifs de la Trame Verte et Bleue, à laquelle il est aujourd'hui possible d'associer la Trame Brune appliquée à la continuité des sols d'un territoire.

Adoptée le 22 août 2021, la loi n°2021-1104, dite loi Climat et Résilience, est ambitieuse : notamment diviser par deux l'étalement urbain par rapport à la précédente décennie d'ici 2030 puis atteindre l'objectif Zéro Artificialisation Nette (ZAN) en 2050. En complément, un nouvel instrument juridique, l'article L 101-2-1 du Code de l'urbanisme vient définir avec exactitude les termes d'artificialisation et de désartificialisation. *"Un texte majeur car il est impossible de tendre vers l'objectif ZAN sans un cadre sémantique précis"* souligne Xavier Marié, expert en pédologie et gérant du bureau d'étude Sol Paysage. L'article constitue le prérequis pour les futurs leviers d'action pour évaluer l'artificialisation dans les documents d'urbanisme, Schéma de Cohérence Territoriale et Plan Local d'Urbanisme notamment. Par conséquent, le concept d'artificialisation, bien que pris en compte et mesuré depuis une dizaine d'années, est aujourd'hui fondé sur une loi en France.

L'important est la connaissance

"Qui dit loi, dit ambitions politiques, avec des objectifs annoncés à la fois clairs et pertinents" cadre l'expert des sols. *"Cela implique aussi de se donner les moyens, c'est-à-dire 'connaître', pour atteindre partiellement ou totalement ces objectifs à travers des outils réglementaires"* ajoute-t-il. La réglementation est donc la première étape visant à traduire les ambitions ZAN définies dans la loi Climat et Résilience. Elle augure également des mesures coercitives pour l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur d'un projet d'aménagement (collectivités, aménageur, maître d'œuvre ...). Désormais, tous seront invités à œuvrer pour une ambition commune : la préservation des sols et des écosystèmes sous couvert de la loi. Dans ce contexte, l'article L101-2-1, par la définition qu'il apporte de l'artificialisation, constitue la fondation des objectifs annoncés. (...)

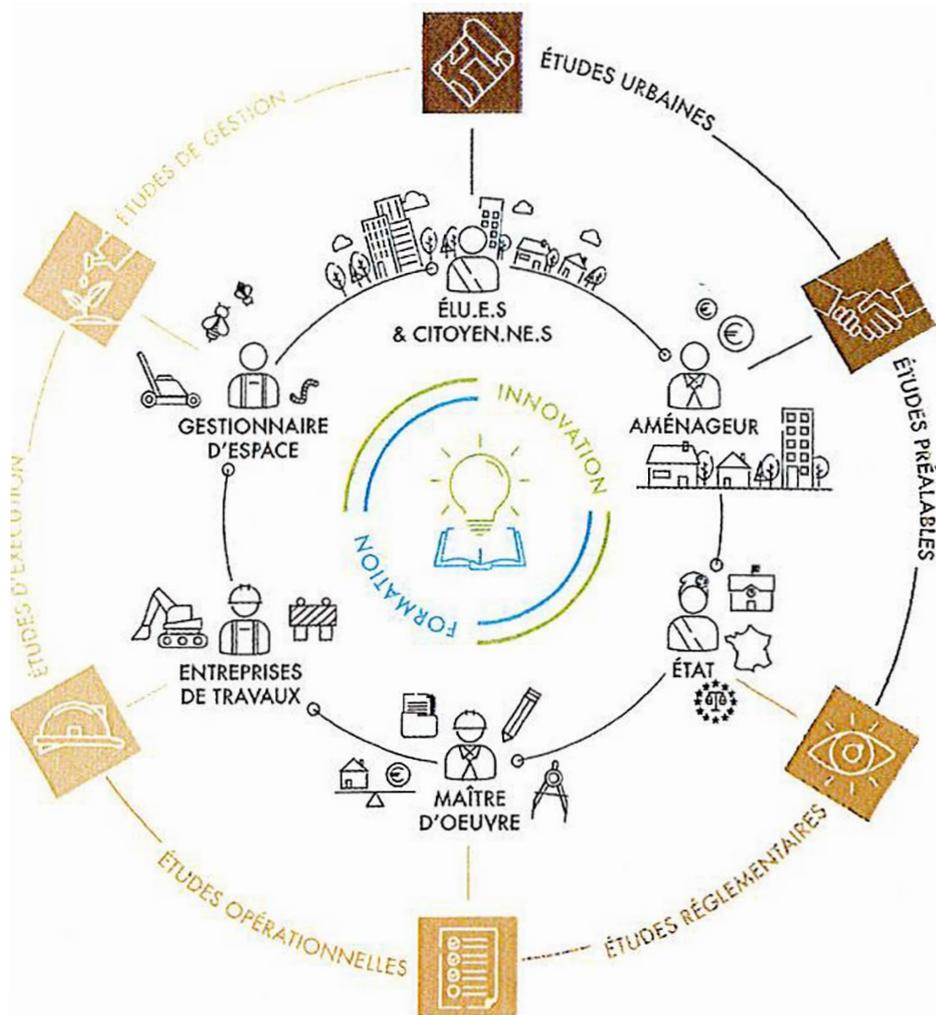
Définition de l'artificialisation

En premier lieu, comme l'analyse de la chaîne de valeur le montre, les objectifs ZAN s'appliquent dans la planification urbaine. *"Les élus doivent assimiler les objectifs ZAN et les prendre en compte dans des projets de territoire. C'est leur responsabilité"* clame l'expert. Prenons

un exemple : les friches urbaines dont héritent parfois les collectivités. *"Souvent, elles laissent derrière elles des bâtiments devenus vétustes, des sols contaminés ... Il faut un certain courage pour investir, créer des logements et bâtir la ville sur elle-même sans s'étaler en périphérie. Malheureusement, ce n'est pas le cas la plupart du temps ..."* Or, cela coïncide parfaitement avec les objectifs ZAN, qui impliquent d'arrêter d'être vorace sur le foncier agricole et de miser sur la désartificialisation des sols urbains. D'où l'intérêt de connaître le processus d'artificialisation et de désartificialisation.

L'article L 101-2-1 définit l'artificialisation comme *"l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques et climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage"*. De son côté, 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"*. Enfin, l'artificialisation nette des sols est définie comme *"le solde de l'artificialisation et de la renaturation des sols constatées sur un périmètre et sur une période donnés"*.

La chaîne de valeur d'un projet d'aménagement est représentée par un cercle. Chaque entité, technique ou administrative, représente un maillon. Tous ces maillons participent désormais aux objectifs Zéro Artificialisation Nette (ZAN) fixés par la loi.



Conséquences sur les aménagements

Point important, soulevé par Xavier Marié : *“ces définitions impliquent d'évaluer les fonctions initiales et finales d'un territoire pour dresser le bilan ZAN”*. Parmi les outils à disposition pour mesurer l'étalement urbain : le portail IGN OCS-GE, référençant des clichés aériens jugés plus efficaces que des fichiers cadastraux pour mesurer un flux d'artificialisation.

En attendant, des conséquences s'appliquent sur la programmation des aménagements pour limiter leurs impacts sur les espaces agricoles et renaturer une partie des friches. En effet, en consommant du 'sol', notamment agricole, on consomme également de la biodiversité, qui constitue pourtant le garde-manger d'un ou plusieurs écosystèmes en place. Alors autant le préserver. Bien que les urbanistes soient à l'offensive, la séquence 'éviter-réduire-compenser' s'applique et s'appliquera davantage dans les projets. Y compris pour les acteurs du paysage. *“Nos métiers doivent utiliser les connaissances du génie pédologique pour servir le génie écologique, qui assure la renaturation générale de la ville”* soutient l'expert. D'où la corrélation évidente entre la stratégie ZAN et les objectifs de la Trame Verte et Bleue, à laquelle on pourrait adjoindre la Trame Brune appliquée à la continuité des sols.

Trame Brune

“La Trame Brune n'est pas un outil réglementaire” rappelle-t-il, *“mais un outil de projet pour nos professions”*. L'agence interministérielle Plan Urbanisme Construction Architecture (Puca) soutient le projet 'TRAMBIOSOL' coordonné par Sol Paysage, associé au laboratoire Ecobio de l'Université de Rennes 1 et l'agence d'architecture et

d'urbanisme Lambert Lénack. Objectif : produire un démonstrateur de Trame Brune sur la ville de Palaiseau (91). Cependant, pour 'réparer' les sols de friches urbaines et développer la Trame Brune, il faut des ressources, notamment de la 'bonne terre'. Pour limiter la consommation de terres végétales originelles, une solution existe : le recours à des terres excavées (cf. Espace Public et Paysage n°218). Dans ce cadre, l'Ademe a lancé un appel d'offres sur les indicateurs d'évaluation de l'artificialisation des sols appliqués aux friches, ainsi qu'un appel à manifestation d'intérêt (AMI ZAN) (en cours de sélection et d'évaluation des territoires concernés). Enfin, Groupement d'Intérêt Scientifique GisSol a récemment donné un avis favorable pour financer le projet 'SOLZAN' porté par Sol Paysage. Le sujet : comment qualifier l'artificialisation des sols pour opérer des SCOT ou PLU sur la base de connaissances scientifiques partagées au niveau local et consolidées au niveau national ? Les réponses seront données prochainement.

Étude

Une méthode pour estimer le potentiel de renaturation

L'ARB Île-de-France a développé une méthode pour identifier les zones urbaines à fort potentiel de renaturation. L'étude, publiée fin 2022, est un outil précieux destiné aux collectivités franciliennes pour les aider à mettre en place une stratégie de renaturation.

L'espace urbain en France a augmenté de 19 % en dix ans, selon l'Insee. En Île-de-France, région la plus urbanisée de l'Hexagone, 800 hectares en moyenne sont artificialisés chaque année. « Il faut donc lutter contre l'artificialisation des sols, et en parallèle renaturer pour retrouver des espaces naturels en ville », explique Marc Barra, écologue à l'agence régionale de la biodiversité en Île-de-France (ARB IDF), l'un des trois coauteurs de l'étude sur le potentiel de renaturation de la région, publiée en décembre 2022. Chaque ville possède des espaces inutilement bétonnés ou asphaltés, mais ce gisement est mal quantifié. C'est la première étude de ce type en France. Elle permet aux collectivités de localiser les secteurs à renaturer en priorité et donne des préconisations pour les accompagner techniquement. « Sachant que par renaturer, on entend le retour à la pleine terre, avec la recherche d'un fonctionnement écologique au plus proche de celui des écosystèmes naturels », détaille Marc Barra. Les aménagements

hors-sol, type toitures végétalisées, potagers urbains en bac, espaces végétalisés sur dalle, murs végétalisés, n'entrent donc pas dans la catégorie des espaces renaturés.

Méthode inédite, basée sur trois enjeux

L'étude « Quel potentiel de renaturation de l'Île-de-France » de l'ARB IDF, s'inscrit dans le cadre de l'objectif de zéro artificialisation nette (ZAN) fixé pour 2050, mais va au-delà. « Le ZAN propose d'équilibrer : quand il y a artificialisation d'un côté, il faut désartificialiser de l'autre pour arriver à zéro », détaille l'écologue. « Mais au-delà de cette ambition mathématique, nous avons besoin de renaturer pour des raisons qui dépassent le ZAN. Nos villes manquent d'espaces de nature, la biodiversité s'effondre, les effets du changement climatique s'amplifient, donc la renaturation doit être une politique à part entière et ambitieuse ».

Cette étude, qui a nécessité deux ans de travail, fait partie du projet européen Regreen, la région Île-de-France étant l'un des six laboratoires urbains du projet. Pour cela, les écologues Marc Barra, Gwendoline Grandin et Gaëtane Deboeuf De Los Rios Serrano ont développé une méthode inédite, qui se focalise sur les espaces imperméabilisés, comme des parkings surdimensionnés, des cours d'école ou d'immeuble bétonnés, des résidus d'espaces publics asphaltés et non utilisés, des sites industriels, des friches, etc.

Cette méthode se base sur trois enjeux. D'abord celui de reconquête de la biodiversité, via l'étude de la

taille des espaces végétalisés, de la présence d'habitats rares. Ensuite l'enjeu d'adaptation au changement climatique, en ciblant des zones exposées aux risques d'inondation, au ruissellement, les îlots de chaleur urbains... Et enfin, un enjeu lié à l'amélioration de la santé et du cadre de vie, visant les zones où la pollution de l'air est importante, et les endroits carencés en espaces verts notamment. « À partir de ces trois enjeux, on a compilé les données du système d'information géographique de l'Institut Paris région, comme les risques d'inondation, l'occupation du sol, les îlots de chaleur, le couvert végétalisé, etc. ». Si l'essentiel des données provient de l'Institut, d'autres données s'y sont ajoutées, comme celles d'Airparif, pour la pollution de l'air, de la littérature scientifique, ou encore d'échanges avec des experts.

Le territoire a été découpé en mailles de 125 mètres de côté, « une maille plus fine que les documents habituels de l'Île-de-France qui tournent autour de 250 ou 500 mètres », ajoute Marc Barra. L'agrégation des données a permis d'attribuer un score en fonction de l'enjeu à renaturer pour chaque maille. Plus le score est faible, plus l'enjeu est fort.

La seconde étape de la méthode Regreen a consisté à croiser ces zones à enjeu avec les sites imperméabilisés du mode d'occupation des sols (MOS) de l'Institut Paris région. Cette étape permet d'affiner les zones à renaturer, par exemple des places publiques, cours d'école, parkings, cimetières, zones abandonnées bétonnées, etc. « Cela donne une première estimation quantitative du potentiel de renatura-



Aulnay-sous-Bois (Seine-Saint-Denis) compte plusieurs espaces pouvant être renaturés et une vraie volonté d'agir.

tion à plusieurs échelles, communes, intercommunalité, département. Un potentiel qui devra ensuite être vérifié sur le terrain », ajoute l'écologue. Ainsi, 30 535 hectares d'espaces minéralisés potentiellement renaturables ont été identifiés, ce qui correspond à 2,54 % du territoire régional. Sur ce chiffre, 7 017 hectares environ, s'ils étaient renaturés, « apporteront un bénéfice au niveau des trois enjeux : biodiversité, changement climatique et santé ».

Cas d'étude d'Aulnay-sous-Bois

L'ensemble des résultats est disponible en ligne, sous forme de cartes interactives via l'outil Cartoviz. Avec une carte pour chaque enjeu, avec la possibilité de les superposer pour avoir une idée d'ensemble. Des cartes que les services techniques de la mairie d'Aulnay-sous-Bois (Seine-Saint-Denis) ont déjà bien étudiées. La ville est l'un des cas d'étude de la méthode, « pour des raisons urbaines, car elle a toutes les configurations, du tissu pavillonnaire, des zones commerciales et industrielles, des grands ensembles datant des années 1960, des grands parcs. C'est un petit laboratoire », explique Marc Barra. « Il y a une vraie volonté de renaturer la commune », ajoute Hugo Lambert, directeur général des services techniques (DGST) d'Aulnay-sous-Bois, « mais avec la difficulté d'identifier les zones prioritaires et de les hiérarchiser en projets à court, moyen et long terme ».

Le travail des trois écologues de l'ARB IDF a permis d'identifier un potentiel de 256 hectares à Aulnay-sous-Bois. « Ces cartes sont très utiles car elles ont pointé des secteurs où

tous les voyants étaient au rouge et auxquels nous n'avions pas forcément pensé. De plus, si on avait dû faire ces cartes nous-mêmes, cela nous aurait pris des années, et les études ont également un coût financier que la commune n'aurait pas pu assumer », précise le DGST.

Un projet de réaménagement des berges du canal de l'Ourcq est en cours, et l'étude de l'ARB a permis de l'affiner, assure Hugo Lambert. « Nous avons compris qu'il fallait également travailler sur les pourtours du canal, élargir aux rues et aux impasses adjacentes, pour les désimperméabiliser et ainsi mieux répondre à l'enjeu de retour de la biodiversité ». L'étude est aussi un outil précieux auprès des élus, pour « argumenter sur la nécessité de renaturer, et non pas se contenter d'aménagements paysagers. C'est un poids supplémentaire qui vient étayer notre travail au quotidien », observe Hugo Lambert. Il sait également qu'il peut compter sur l'aide technique de l'ARB IDF : « si on a une question, on les appelle, et ils sont toujours disponibles ».

Un soutien technique apporté également dans la dernière partie de l'étude, avec des recommandations générales pour réussir un projet de renaturation, entre la planification, la mise en œuvre, le suivi et la pérennisation des projets dans le temps. « Nous pointons par exemple le coût moyen de la désimperméabilisation, entre 60 et 270 euros le m², avec en parallèle les bénéfices directs et indirects, notamment des économies de fonctionnement réalisées grâce à une meilleure gestion des eaux pluviales », ajoute Marc Barra.

L'étude fournit des exemples concrets en France et ailleurs, notamment

celui de la commune de Douai dans le Nord, « où un quart de l'espace public est géré avec des techniques alternatives et une économie estimée à 1 million d'euros par an, par rapport à une gestion des eaux pluviales classique ». | **Par Lise Verbeke**

Projet

La multifonctionnalité des sols, une nouvelle boussole

À travers le projet Muse, c'est une nouvelle approche sur la qualité des sols qui est proposée aux collectivités dans l'élaboration de leurs documents d'urbanisme. Elle pourrait être un atout vers un zéro artificialisation nette de qualité.

Le projet de loi Climat et résilience, adopté à l'Assemblée nationale début mai 2021, a introduit sur la question de la lutte contre l'artificialisation des sols plusieurs mesures ambitieuses. Dans son article 47, il vise, d'une part, à diviser par deux le rythme d'artificialisation sur la décennie à venir, pour permettre à la France de tendre vers l'objectif d'absence de toute artificialisation nette des sols. D'autre part, il donne, dans son article 48, une nouvelle définition d'un sol artificialisé. Il s'agit d'un sol dont l'occupation ou l'usage qui en est fait affectent durablement tout ou partie de ses fonctions.

« Jusqu'à présent, l'artificialisation des sols était uniquement vue sous l'angle de la consommation foncière d'espaces naturels, agricoles et forestiers (Enaf) en espaces urbains. Ce qui ne permettait pas de différencier les espaces naturels encore présents dans l'enveloppe urbaine qui figuraient de fait comme artificialisés. Cette nouvelle définition sort d'une vision cadastrale et intègre la

troisième dimension des sols, leur profondeur, via cette notion de fonction. En revanche, elle pourrait rendre plus difficiles les arbitrages des collectivités entre la protection des Enaf et des sols urbains naturels qui se retrouvent assez proches en termes de fonctionnalité », observe Fabienne Marseille, nouvelle directrice des stratégies foncières au Cerema et copilote du projet Muse.

Une méthodologie en construction

Mené jusqu'à l'automne 2021, ce projet de recherche appliquée vise ainsi à élaborer une méthodologie à destination des collectivités pour évaluer la multifonctionnalité des sols sur leurs territoires et l'intégrer dans leurs documents d'urbanisme, notamment dans les plans locaux d'urbanisme intercommunaux (PLUi) mais aussi dans les schémas de cohérence territoriale (Scot). « L'objectif premier de Muse est de sensibiliser les collectivités à la ressource sol de leurs territoires et à l'intérêt de mieux qualifier les sols dans leur planification pour sortir d'une vision purement foncière », précise Philippe Branchu, référent eau, sols, nature à la direction territoriale Ile-de-France du Cerema, également en charge du projet.

La méthodologie s'est appuyée sur cinq grandes fonctions écologiques du sol : la régulation du cycle de l'eau, la production de biomasse, le stockage de carbone, la réserve de biodiversité et la dégradation de matière organique par le sol. Pour les qualifier, six indicateurs ont été déterminés, la régulation du cycle de l'eau étant suivie par deux indicateurs

(la capacité d'infiltration et le stockage d'eau dans le sol). La somme des notes obtenues sur chaque indicateur a permis de calculer un indicateur de multifonctionnalité des sols. Ces résultats sont interprétés par des cartographies de qualification et de diagnostic spatialisées des différentes fonctions et synthétisés en une carte de multifonctionnalité des sols.

Reste à alimenter les indicateurs par des données de terrain sur les sols. « La collecte des données est très peu mobilisée par les collectivités aujourd'hui. C'est l'une des limites actuelles de la méthode », estime Philippe Branchu. Pour caractériser les sols en milieu rural, le Cerema s'est donc appuyé sur le référentiel régional pédologique coordonné par le groupement d'intérêt scientifique Sol (GIS Sol) qui représente les sols à l'échelle du 1/250 000^e. « C'est une échelle un peu grossière à comparer à celle du PLUi proche du 1/10 000^e. Dans les livrables de Muse, nous préconisons donc aux collectivités de produire des données plus fines afin de s'approcher de l'échelle d'une opération d'aménagement », poursuit-il. Mais le manque de données est encore plus marqué en milieu urbain, pour lequel il n'existe tout simplement pas de cartes pédologiques. Les équipes du Cerema ont donc travaillé à une caractérisation des sols urbains basée sur l'usage et le concept de pleine terre. « Nous avons croisé la présence de couvert végétal et de sols non imperméabilisés localisés par photographies satellitaires pour identifier la présence de pleine terre et nous l'avons associé à des sols multifonctionnels », détaille Fabienne Marseille.



L'essentiel

- Avec le projet Muse, le Cerema veut sensibiliser les collectivités sur les fonctions écologiques des sols pour enrichir leurs documents d'urbanisme.
- Sa méthodologie permet d'élaborer la cartographie de multifonctionnalité des sols à l'échelle des territoires.
- La qualité des sols peut orienter les zones à protéger de l'artificialisation et celles sur lesquelles densifier.



Tenir compte de l'état des sols (artificialisé à gauche, naturel à droite) dans les PLUi a pour but d'aider les collectivités à choisir les zones à protéger et celles à densifier.

© Cerema

Trois territoires tests sur Nantes Métropole, Châteauroux Métropole et la Métropole Aix-Marseille-Provence, ont été retenus pour bâtir les cartes de fonction et de multifonctionnalité des sols à partir de données collectées. « Nous nous sommes appuyés sur des territoires aux enjeux et aux dynamiques différentes pour construire la méthode. En revanche, les trois collectivités étaient déjà bien engagées dans leur démarche et nous n'avons pas pu appliquer la méthode Muse à la construction d'un PLUi », estime Philippe Branchu.

Outil d'aide à la décision

Alors que le projet de loi Climat et résilience évoque des contrats de sobriété foncière et des rapports sur l'artificialisation des sols à la charge des collectivités, cette méthode pourrait d'autant mieux soutenir leurs politiques. « L'objectif n'est pas de créer un nouvel indice réglementaire mais d'avoir un outil d'aide à la décision qui enrichisse notamment le diagnostic territorial de leur PLUi.

En croisant leurs enjeux locaux avec l'indice de multifonctionnalité des sols, les collectivités pourront plus facilement choisir les zones à protéger

et celles à densifier », souligne Laëticia Boithias, cheffe de projet stratégiques territoriales et planification au Cerema.

En outre, le suivi national de l'artificialisation des sols est encore actuellement basé sur la consommation foncière d'Enaf mais il sera élargi à la couverture des sols et aux usages par l'occupation du sol à grande échelle (OCSGE) en cours d'élaboration. La méthode Muse pourrait également apporter une dimension qualitative supplémentaire pour mettre en œuvre l'objectif « zéro artificialisation nette » (ZAN).

« L'identification des sols non artificialisés serait possible même avec une version simplifiée de Muse, en ne suivant que les deux fonctions les plus intégratives (cycle de l'eau et production de biomasse) », précise Fabienne Marseille. Bien qu'il ait été lancé avant le projet de loi Climat et résilience, Muse résonne aujourd'hui avec les objectifs du ZAN. Reste à voir à quelle échelle ce ZAN sera appliqué et si le décret d'application sur la nomenclature des sols artificialisés prévu par le texte intégrera cette vision 3D fonctionnelle des sols. |

Par Alexandra Delmolino

Pour Nantes Métropole, Le PLUi gagnera de la connaissance des sols

Dans son PLUi approuvé en 2019, Nantes Métropole s'est déjà interrogée sur la préservation de ses sols fonctionnels via des inventaires sur les zones humides et a instauré des règles sur l'infiltration des eaux pluviales à la parcelle. Mais la directrice de la mission planification, Hélène Garnier, attend plus du projet Muse. « Les cartes de multifonctionnalité des sols vont nous aider à améliorer le diagnostic territorial en conservant les sols les plus qualitatifs pour leurs services écosystémiques tout en produisant du logement à hauteur des besoins. Pour conforter l'objectif de préservation des sols naturels déjà inscrit dans le projet d'aménagement et de développement durables (PADD), le PLUi pourra évoluer pour rendre certains terrains inconstructibles et préserver la qualité de leurs sols. Nous pourrions aussi nous en servir pour piloter l'objectif ZAN qui n'est pas binaire et par exemple mieux identifier les solutions de compensation en phase avec les fonctionnalités perdues par certains terrains artificialisés ». Reste selon elle un fort besoin d'ingénierie et de moyens en interne dont toutes les collectivités ne disposent pas pour se saisir de ce sujet complexe.

MULTIFONCTIONNALITÉ DES SOLS EN MILIEU URBAIN

Projet MUSE

Dans le cadre du projet MUSE, on pose l'hypothèse suivante : **la profondeur d'un sol en milieu urbain constitue un indicateur de sa multifonctionnalité potentielle.** La notion de **pleine terre** représente un optimum de multifonctionnalité. Il s'agit d'un espace non artificialisé, dans la mesure où tout ou partie des fonctions qu'il exerce ne sont pas affectées par le processus d'artificialisation. Le terme « potentielle » est très important car les usages et pratiques liés au sol (tassement, contamination...) constituent des facteurs d'influence majeurs de la qualité des sols. Les données de profondeur des sols n'étant pas disponibles en milieu urbain, on fait ici le choix d'apprécier **la capacité des sols à exercer tout ou partie des fonctions** associées à un sol naturel grâce au **type de couverture des sols.**

Indicateur associé :

Capacité des sols urbains à exercer tout ou partie des fonctions d'un sol naturel

Noté suivant 3 classes :

Capacité optimale : sols arborés dominants

Capacité intermédiaire : sols non arborés et non imperméabilisés dominants

Capacité nulle : sols imperméabilisés dominants

MÉTHODE EMPLOYÉE

La méthode consiste à déterminer **l'occupation dominante des sols au sein du périmètre** choisi en milieu urbain.

La capacité des sols à exercer tout ou partie des fonctions associées à un sol naturel est ainsi évaluée en partant du principe que **les sols urbains abritant de manière dominante une végétation de type arborée, seront considérés comme des sols profonds.** Dans ce cas, ils ont une capacité optimale à exercer toutes les fonctions associées à un sol naturel.

A contrario, **les sols à dominante imperméabilisée comme le bâti et les routes seront considérés comme des sols ayant une capacité nulle.** Entre les deux, les sols urbains dont la couverture dominante ne serait ni imperméabilisée ni arborée seront assimilés à des sols ayant une capacité intermédiaire à exercer certaines fonctions associées à un sol naturel.



Données caractérisant la capacité des sols urbains à exercer tout ou partie des fonctions d'un sol naturel :

Imperméabilisation (valeur en pourcentage du taux d'imperméabilisation) et densité du couvert arboré (niveau de densité de couverture forestière compris entre 0 et 100 %)

Source : Corine Land Cover Haute Résolution, Copernicus

Quelques outils réglementaires pour protéger cette fonction :

- trame verte ;
- coefficient de biotope ou coefficient de pleine terre ;
- localisation, dans les zones urbaines, des terrains cultivés et des espaces non bâtis nécessaires au maintien des continuités écologiques ;
- article R151-43 du code de l'urbanisme : délimitation d'espaces et secteurs contribuant aux continuités écologiques ;
- classement des espaces boisés classés au titre de l'article L113-1 du code de l'urbanisme ;
- OAP thématiques relatives aux continuités écologiques.

Projet MUSE financé par l'Ademe



Citation du livrable

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

Partenaires :



Terres Naturelles issues de l'Economie Circulaire

Les temps changent ! L'étalement urbain laisse place à la sobriété foncière du ZAN. Mais, dans ce contexte, comment intensifier la renaturation de la ville si la terre végétale que l'on utilise depuis toujours pour créer des sols fertiles à destination des plantations n'est plus disponible ? La technique de fabrication de TERNATEC (TERres NATurelles issues de l'Economie Circulaire) entend relever ce défi. Une méthode simple et vertueuse, désormais à la portée de tout maître d'ouvrage un peu visionnaire.

(extrait)



Nouvelles expérimentations de production de Ternatec dans le quartier du Champs à Lyon Confluence.

(...)

Le concept de la stratégie Ternatec

Face aux grands défis de notre temps, les collectivités doivent apprendre à raisonner de manière plus globale, plus durable et à réfléchir aux convergences de leurs différentes politiques. La stratégie Ternatec se situe justement à l'interface de beaucoup de ces orientations politiques : intensifier la renaturation de la ville, s'engager dans des démarches d'économie circulaire, mettre fin à l'artificialisation des sols, réduire la production de déchets par des politiques de recyclages des ressources ... Les Ternatec sont des terres naturelles sélectionnées pour leurs propriétés agronomiques parmi les terres excavées lors des différents projets urbains : construction de routes ou d'infrastructures, réalisation de bassins d'assainissement ou de constructions souterraines ... Ces terres sont également sélectionnées pour leur innocuité en termes de pollution. Comme elles proviennent d'horizons souvent profonds des sols, leur fertilité biologique est souvent très faible et c'est justement l'objectif du processus Ternatec d'améliorer cela.

Comment produire les Ternatec ?

La méthodologie de fabrication de terres fertiles repose sur un processus naturel d'agrégation de la matière minérale (les terres excavées sélectionnées, en particulier les limons) et de la matière organique (les composts) sous l'effet des microorganismes (champignons et bactéries) et de la microfaune du sol qui se développent en relation de coopération avec les racines des plantes herbacées.

L'opération consiste donc à mélanger finement ces terres avec les composts, puis répartir ces mélanges en tas (andains, merlons ou tables de faibles hauteurs), et enfin d'ensemencer ces tas par des mélanges de graines de plantes herbacées amélioratrices. Une fois cette action réalisée, aucune autre manipulation n'est à faire, il suffit d'attendre entre 1 et 2 ans pour que les processus naturels d'agrégation transforment progressivement ce mélange en une terre fertile stable susceptible d'être manipulée et remise en œuvre pour des projets de plantation. De plus, ces merlons de terres étant végétalisés, ils offriront, pendant le temps de maturation, un aspect vert, et fleuri au printemps, agréable à voir et favorable aux pollinisateurs.

Comment utiliser les Ternatec ?

Les Ternatec constituent en fait une famille de différents substrats fertiles plus ou moins riches en matière organique et plus ou moins drainants selon la nature plutôt sableuse ou limoneuse de leur terre d'origine. Leur utilisation sera combinée en fonction de leurs caractéristiques afin de reconstituer des sols fertiles composés, comme dans la nature, de plusieurs horizons superposés. Le sol reconstitué aura donc un horizon de surface riche en matière organique pour encourager l'activité biologique du sol bénéfique au végétal, puis un horizon de transition moins organique, et enfin en profondeur, un horizon pauvre en matière organique mais dont la capacité de réserve en eau encouragera le développement en profondeur des racines. Selon les besoins de gestions de l'eau de pluie et de la palette végétale envisagée, on pourra utiliser des horizons plus ou moins filtrants. C'est donc une composition à la carte des sols qui peut être imaginée en fonction du type de végétations et des autres fonctions que le sol devra assurer.

Vers un changement de modèle

Les Ternatec représentent donc un véritable changement de modèle qui répond à de nombreux enjeux actuels des politiques de transition écologiques et climatiques. L'étude de ce procédé sur un site démonstrateur à Lyon, dans le quartier du Confluent, depuis plus de 5 ans, a permis de mieux comprendre les principes de structuration de la terre sous l'action de processus biologiques. Le suivi scientifique de ces essais a donné lieu à une thèse pilotée par l'Inrae, ainsi qu'à des observations et analyses régulières des différents mélanges, réalisées par Sol Paysage, pour comprendre et caractériser le processus d'agrégation des matériaux. A partir de la synthèse de l'ensemble de ces expérimentations, il est aujourd'hui possible d'écrire un cahier des charges précis qui permet de reproduire, d'optimiser en fonction des situations, et de contrôler qualitativement ce mode de production de terres fertiles. Pour se lancer dans cette production, les maîtres d'ouvrages qui souhaitent renaturer leur territoire n'ont aujourd'hui qu'à mobiliser des fonciers temporairement vacants pour préparer les substrats de leurs plantations de demain. Les Ternatec constituent donc une solution vertueuse, techniquement simple et économique... Alors si on veut vraiment adapter la ville de demain, commençons d'abord par adapter nos propres façons de fabriquer la ville.

Frédéric Segur
Arbre, Ville et Paysage
fsegur.avp@gmail.com