



**LE VIRUS
DE LA RECHERCHE**

**TRANSITION
ENVIRONNEMENTALE**

LAURE VIDAL-BEAUDET & CHRISTOPHE SCHWARTZ

**LE SOL, MAILLON CENTRAL
DE LA RENATURATION DES VILLES**

PUG

La série « **Transition environnementale** »
fait partie de la collection « **LE VIRUS DE LA RECHERCHE** »

Directrice de la série: Magali Talandier
Directeur de la collection: Alain Faure
Directrice de la publication: Sylvie Bigot
Mise en page: Catherine Revil

Réalisé en collaboration avec le conseil scientifique « Capitale verte et Transition »
présidé par Magali Talandier, dans le cadre de Grenoble Capitale Verte
Européenne 2022 – Plan Climat Air Énergie – Grenoble Alpes Métropole.

Publié avec le soutien de la Banque des Territoires.

ISBN 978-2-7061-5367-9 (*e-book PDF*)

ISBN 978-2-7061-5368-6 (*e-book ePub*)



TRANSITION ENVIRONNEMENTALE
UNE SÉRIE DE LA COLLECTION « **VIRUS DE LA RECHERCHE** »

Face à l'urgence climatique et aux défis environnementaux, les scientifiques se mobilisent !

Placée sous l'égide du conseil scientifique « Capitale verte et transition », cette nouvelle série d'e-books propose des articles inédits signés par des chercheurs de tous horizons : sciences, sciences de la terre, sciences de l'ingénieur et sciences humaines et sociales.

En lien avec les missions du conseil scientifique – qui rassemble près de 40 chercheurs de toutes les disciplines – ces textes courts visent à faire circuler les connaissances sur la question des transitions environnementales et de leurs impacts.

Tout au long de l'année 2022, les publications de la série viendront ponctuer la réflexion menée dans le cadre de la labellisation « Capitale verte européenne » attribuée par la Commission européenne au territoire grenoblois. Chaque mois, une nouvelle thématique sera traitée – le climat, l'air, l'énergie, les mobilités, l'alimentation, les villes, etc.

Les scientifiques sont des gens passionnés. Leurs textes dévoilent leur savoir et nous éclairent sur les controverses qui nourrissent ces sujets, exposant les ressorts sensibles du métier de chercheur – ses tâtonnements, ses doutes, ses énigmes mais aussi ses espoirs.

Bonne lecture à tous !

LE SOL, MAILLON CENTRAL DE LA RENATURATION DES VILLES

LAURE VIDAL-BEAUDET, AGRONOME URBAIN, INSTITUT AGRO RENNES-ANGERS, EPHOR
CHRISTOPHE SCHWARTZ, PÉDOLOGUE URBAIN, UNIVERSITÉ DE LORRAINE, INRAE, LSE

Les villes centralisent les activités d'une majorité de la population mondiale (55 % actuellement, 70 % projetés en 2050¹). La formation des grandes unités urbaines a conduit à forger la notion d'écosystème urbain, considéré comme un système complexe avec une identité et un fonctionnement propre. À l'instar des écosystèmes naturels, il est constitué de différents compartiments (sol, sous-sol, eau, atmosphère et végétal-animal) qui interagissent pour assurer un fonctionnement équilibré. Sous la contrainte intensive des activités anthropiques, les interfaces fragiles entre ses différents compartiments sont parfois rompues par les perturbations fortes et fréquentes qui s'y exercent.

5
—

Comment garantir la qualité des « services écosystémiques » ?

Les événements climatiques extrêmes ont mis en exergue la fragilité de l'écosystème urbain, déjà identifié comme peu hospitalier pour les organismes vivants du fait de la pollution de l'air et de l'imperméabilisation des sols qui y règnent.

Les chercheurs se sont attelés à comprendre la structuration et le fonctionnement écosystémique des villes, dans l'objectif de définir les fonctions et services permettant d'assurer la viabilité économique, l'innocuité environnementale et l'équité sociale des villes². En effet, la durabilité de l'écosystème urbain est conditionnée par la qualité de services écosystémiques dits de régulation : contrôle de la qualité de l'air, gestion des flux d'eau, maîtrise du climat local et développement d'une végétation adaptée.

1. Nations Unies, 2018.

2. Maresca B., 2009. *Étude exploratoire pour une évaluation des services rendus par les écosystèmes en France. Synthèse. Application du Millenium Ecosystem Assessment à la France.* CREDOC, Collection des rapports n° 260.

De ce fait, la performance de ces services est souvent liée à la présence d'espaces végétalisés urbains³ capables de capter les pollutions atmosphériques, de favoriser l'infiltration de l'eau dans les sols, de réduire le ruissellement des eaux pluviales et de rafraîchir l'air ambiant par l'évapotranspiration de son feuillage pour améliorer le confort thermique des populations.

Un regain d'intérêt pour le végétal

Ainsi, depuis une dizaine d'années, le végétal est présenté comme la solution à tous les maux des villes. On ne le considère plus uniquement pour son rôle esthétique (hérité de l'hygiénisme), mais aussi pour sa fourniture de services face à l'urgence écologique et climatique. Toutefois, les recommandations de l'OMS (en 2016) visant à atteindre 12 m²/habitant d'espaces verts à moins de 300 mètres du domicile⁴ sont loin d'être atteintes dans de nombreuses grandes villes. La campagne des élections municipales de 2020 a bien montré la sensibilisation de l'opinion pour les plantations massives d'arbres (plans Canopée) en vue de mieux gérer le cycle de l'eau, de rafraîchir la ville et de maintenir ou de développer la biodiversité.

Pour autant, les sols semblent étrangement absents de ce regain d'attention pour le végétal, alors qu'ils sont, littéralement, à la base de toute stratégie de renaturation.

6
—

Le sol, élément incontournable de la renaturation

En 2009, la loi Grenelle 1 avait créé la notion de « trames vertes et bleues » qui orientait la protection et la préservation des continuités écologiques dans les Plans locaux d'urbanisme (PLU). Elle incitait à la prise en compte d'un compartiment jusqu'alors négligé dans la planification urbaine : le sol.

Plus récemment, la loi Climat et Résilience de 2021 a encouragé la protection des sols, avec l'objectif d'atteindre le « zéro artificialisation nette » d'ici 2050. Toutefois, cette loi n'explique pas comment mieux prendre en compte la qualité environnementale des sols urbains dans les stratégies d'aménagement.

3. Morel, J.-L., Chenu, C., Lorenz, K., 20154. « Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, mining, and military areas (SUITMAs) », *Journal of Soils and Sediments*, 15, 1659-1666. <https://doi.org/10.1007/s11368-014-0926-0>

4. OMS, 2016. *Urban green spaces and health – a review of evidence*. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/321971/Urban-green-spaces-and-health-review-evidence.pdf

Le sol « urbain » est un élément primordial du paysage urbain. L'intérêt qu'il suscite dépend toutefois du rôle qui lui est attribué. Pour les aménageurs, le sol, souvent scellé, doit supporter les infrastructures bâties ou routières et contenir une multitude de réseaux.

Le sol urbain dit ouvert (soit environ 30 % des surfaces) doit quant à lui assurer des fonctions identiques au sol « naturel » : support de végétation et plus largement de biodiversité, filtre des eaux pluviales, stockage des éléments nutritifs et du carbone.

Toutefois, force est de constater que ce sol anthropisé ne ressemble plus au sol originel : les couches superposées qui le constituent sont fortement tronquées, remaniées, tassées, imperméabilisées, voire polluées. Il présente une grande variabilité spatiale et verticale⁵ issue de dépôts successifs hétérogènes, stratifiés quelquefois sur plusieurs mètres, dont les épaisseurs varient en fonction des activités urbaines développées au cours du temps.

Ce sol urbain est méconnu parce que, trop complexe à cartographier, il est considéré comme un « non-sol »⁶ par les pédologues (les spécialistes du sol), alors qu'il est le maillon central de la planification pour une ville verte. La volonté de renaturer la ville ne peut donc se passer d'une connaissance approfondie des propriétés physico-chimiques et biologiques des sols urbains, ni de la compréhension de leurs processus de formation et d'évolution.

Le continuum sol-plante-atmosphère

Des référentiels de description doivent être adaptés ou construits afin d'évaluer ou de prédire la qualité de ces sols urbains. La détermination d'une valeur de qualité agronomique est en particulier un indicateur indispensable permettant de classer les sols selon leur capacité à assurer des fonctions pour des usages déterminés. L'élaboration d'outils d'aide à la décision impose de sélectionner des méthodes d'évaluation des sols simples et compréhensibles par les utilisateurs finaux. Le choix des variables doit se faire de façon raisonnée et pertinente, en évitant de tomber dans le piège de « l'usine à gaz » coûteuse et exigeant des délais d'acquisition de résultats incompatibles avec la réalisation de l'aménagement.

5. Béchet, B., Carré, F., Florentin, L., Leyval, C., Montanarella, L., Morel, J.-L., Raimbault, G., Rodriguez, F., Rossignol, J.-P., Schwartz, C., 2009. « Caractéristiques et fonctionnement des sols urbains », Cheverry C. et Gascuel C. (dir.), *Sous les pavés la Terre. Connaître et gérer les sols urbains*, Omniscience-Eds, Montreuil, pp. 46-74.

6. Voltz, M., Arrouays, D., Bispo, A., Lagacherie, P., Laroche, B., Lemerrier, B., Richer de Forges, A., Sauter, J., Schnebelen, N. 2018. *La cartographie des sols en France. État des lieux et perspectives*, INRA, 112 pages.

Certains outils calibrés dans les projets de recherche du réseau URBASOL⁷ sont en phase de validation afin de répondre à l'attente forte des aménageurs urbains. Ils devraient conduire à une meilleure prise en compte de l'ensemble du continuum sol-plante-atmosphère pour orienter des politiques publiques favorables à un écosystème urbain résilient.

La contribution des scientifiques peut, par exemple, favoriser le déploiement de nouvelles solutions de désimperméabilisation, via un guide d'aide à la conception intégrant une prise en compte accrue de la ressource sol dans les projets d'aménagement ou de renouvellement urbain.

Construire la ville sur la ville, dans l'interdisciplinarité

Dans la continuité du programme Siterre-ADEME⁸ qui a démontré la possibilité de réutiliser des déchets et sous-produits de la ville dans la création des sols fertiles, le programme Siterre II propose aujourd'hui d'accélérer la mise en place et la structuration d'une telle filière de revalorisation. Il s'intègre ainsi pleinement dans la dynamique actuelle de construire la ville sur la ville en freinant l'étalement urbain et la consommation de terres agricoles.

Le sol constitue pour les années à venir un levier majeur de la transition environnementale souhaitée par les villes. Afin de relever le défi de villes durables et vivables, la prise en compte de la qualité des sols dans les documents d'urbanisme aux différentes échelles est indispensable. Le sol urbain ne doit plus être approché uniquement par le biais du risque de pollution mais aussi pour les différentes fonctions qu'il remplit et les différents services écosystémiques qu'il peut rendre.

Un renforcement de la recherche sur les sols urbains s'impose, et nécessite le rassemblement d'experts de différentes disciplines (ingénieurs urbains, hydrologues, pédologues, archéologues, agronomes, écologues) concernés par les usages du sol dans les villes. Le transfert des connaissances et le développement d'outils performants de gestion des sols devraient permettre de répondre aux enjeux sociaux, environnementaux et économiques d'un écosystème urbain plus harmonieux.

Découvrir d'autres titres de la collection [LE VIRUS DE LA RECHERCHE](#).

7. <https://urbasol.institut-agro-rennes-angers.fr/fr>

8. Damas, O., Coulon, A., 2016. *Créer des sols fertiles: du déchet à la végétalisation urbaine*, Le Moniteur.