

# AGIR POUR LES SOLS URBAINS

DES SOLS FONCTIONNELS  
POUR LA NATURE EN VILLE



# Sommaire

ÉDITO : L'impératif de la qualité des sols urbains dans la construction de villes durables et végétales .....	3
AVANT-PROPOS : Nous marchons tous les jours sur le sol, sans nous rendre compte de cette merveille ! .....	4
SOLS URBAINS : REGARDS CROISÉS .....	5
La pédologie urbaine, une discipline incontournable pour mieux connaître et gérer les sols urbains .....	6
Origine, qualité et usages des sols urbains, des enjeux clefs pour les collectivités .....	8
Des bureaux d'étude et des urbanistes engagés pour les sols urbains .....	10
Du point de vue des pompiers, éviter les inondations en désimperméabilisant les sols.....	12
LES SOLS URBAINS À LA LOUPE .....	13
Sols urbains : une large diversité de profils et de services .....	14
Pourquoi et comment mesurer la qualité d'un sol urbain ? .....	17
La biodiversité des sols urbains : un socle écologique pour le retour de la nature en ville .....	19
Sols urbains : peut-on encore parler de risques ? .....	22
Prendre en compte la pollution des sols dans l'aménagement urbain.....	24
Connaître et agir pour protéger les sols urbains : exemples internationaux.....	26
LES SOLS DANS LES AMÉNAGEMENTS URBAINS .....	29
Sol et racines .....	30
Des technosols pour des toitures extensives durables .....	32
La désimperméabilisation des sols urbains : enjeux scientifiques et techniques .....	35
Des plantes bien dans leur sol : adapter les palettes végétales aux typologies de sols.....	38
Racines et réseaux : premiers enseignements pour une cohabitation réussie .....	40
Paysages et projets de sols à la Courrouze à Rennes Métropole .....	42
Prendre en compte les sols pour orienter et mieux gérer les chantiers .....	43
LES SOLS DANS LA PLANIFICATION TERRITORIALE .....	45
Le zéro artificialisation nette des sols dans la loi Climat et résilience.....	46
Préserver les sols dans les documents d'urbanisme, une nouvelle priorité pour les collectivités .....	47
Des outils pour mieux intégrer les sols dans le développement urbain .....	50
Ris Orangis : intégrer la qualité des sols dans la planification urbaine et associer les habitants.....	52
Faisabilité et orientation des projets d'agriculture urbaine à Bordeaux Métropole .....	53
Sols urbains et séquestration du carbone.....	55
Combattre les idées reçues sur les sols urbains, pour la biodiversité et la résilience des villes.....	57
POUR ALLER PLUS LOIN.....	59
En librairie .....	60
En ligne .....	61
DANS CE NUMÉRO .....	64
Ils ont contribué.....	65
Plante & Cité, un terreau pour des projets fertiles .....	67

## ÉDITEUR

Plante & Cité, 2 rue Le Nôtre, 49066 Angers cedex  
Directeur de la publication : Jean-Marc Verchère

## RÉDACTION

Comité de rédaction : Florence Cadeau, Elaine Cordon, Claire Courtant, Robin Dagois, Mathilde Elie, Maxime Guérin, Caroline Gutleben, Pauline Laille, Aurore Micand, Benjamin Pierrache, Ludovic Provost, Sandrine Laramendy, Claire Vieillard  
Coordination éditoriale : Elaine Cordon, Mathilde Elie, Aurore Micand  
Mise en page : Elographic design graphique

## IMPRESSION

Les Ateliers Paquereau, 8 boulevard des Bretonnières  
49124 Saint-Barthélémy-d'Anjou  
Imprimé avec des encres végétales sur du papier 100% recyclé, PCF  
Achevé d'imprimer en octobre 2023

Dépôt légal : à parution – octobre 2023  
ISBN : 978-2-38339-023-7  
ISSN : 2431-7446  
Prix : 35 €. Édition limitée.

## CRÉDITS PHOTOS

Couverture : Une étude de profil de sol à Rennes en juillet 2023. / Dagois R., Plante & Cité  
p. 5 : Test bêche pour compter les vers de terre. / Dagois R., Plante & Cité — p. 13 : Le sol urbain regorge d'arthropodes. / Garcelon P., Flickr — p. 29 : Investigations pédologiques sur le projet urbain Champ de Manœuvre à Nantes. / Séré G., Université de Lorraine — p. 45 : Un alignement d'arbres végétalisés à Angers. / Dedieu M., Plante & Cité — p. 59 : Étude de profils de sols à Nancy. / Schwartz C., LSE UL-INRAE — p. 64 : Échantillonnage de sol dans un jardin partagé à Montpellier dans le cadre du projet Bises / Mautuit A.

# Édito



Jean-Marc Verchère,  
Maire d'Angers, Président de Plante & Cité /  
Bonnet T., Ville d'Angers.

## L'impératif de la qualité des sols urbains dans la construction de villes durables et végétales

Il devient urgent de reconnaître l'importance des sols urbains pour construire la résilience des villes. L'équilibre entre la préservation des sols vivants et la satisfaction des besoins en logements, en densification et en renouvellement urbain constitue désormais un défi majeur dans les politiques d'aménagement, d'urbanisme et de transition écologique.

L'objectif de parvenir à un Zéro artificialisation nette des sols (ZAN) inscrit dans la loi Climat et résilience nous pousse à concevoir un nouveau modèle de développement d'ici 2050, et à agir en vue de préserver et de restaurer les fonctions essentielles des sols en milieu urbain. La désimperméabilisation, la mise en place d'une trame brune, le recyclage des terres d'excavation et la dépollution des sols sont autant de sujets d'actualité, suscitant débats et interrogations.

Pour orienter nos actions, nous pouvons nous appuyer sur les connaissances scientifiques et techniques partagées au sein de Plante & Cité, ainsi que sur l'ensemble de la communauté d'experts en pédologie. Cette publication offre l'occasion de dresser un état des lieux des recherches et des connaissances, tout en permettant le partage d'expériences en France et à l'international.

L'ouvrage est structuré en trois parties : une analyse approfondie des sols urbains, leur rôle dans les projets d'aménagement urbain, et leur intégration dans la planification territoriale. Il s'adresse aussi bien aux élus qu'aux professionnels au sein des collectivités territoriales, des entreprises, des aménageurs, bailleurs, et de tous les acteurs de la ville.

Les résultats, réflexions et témoignages sélectionnés et présentés dans cette publication serviront de base pour définir des actions en faveur de la fertilité des sols, socle de la vie et de la biodiversité dans nos régions.

Nous exprimons notre gratitude envers tous les auteurs pour leurs précieuses contributions et expériences partagées.

Nous vous souhaitons une agréable lecture !



François de Mazières  
Maire de Versailles, Premier Vice-Président de Plante &  
Cité / Frey M.



Eric Lequertier  
Président de la SAS Eric Lequertier,  
Second Vice-Président de Plante & Cité / Maillard S.

Jean-Marc Verchère  
François de Mazières  
Éric Lequertier

# Avant-propos

## Nous marchons tous les jours sur le sol, sans nous rendre compte de cette merveille !



Antonio Bispo / Pierre X., PEPR FairCarboN

Les sols nous nourrissent, nous habillent, nous fournissent des matériaux et de l'énergie. Au-delà de produire des ressources essentielles à nos vies, ils contribuent à la régulation d'une part du cycle de l'eau, en la stockant et l'épurant, et d'autre part du cycle du carbone et de l'azote, contribuant ainsi à l'atténuation du changement climatique. D'après les dernières estimations, les sols hébergent plus de 50% de la biodiversité mondiale. Enfin, ils portent nos villes, nos infrastructures ... nos vies. Les sols sont cruciaux et étrangement, contrairement aux autres milieux que sont l'air et l'eau, aucune mesure de protection n'existe : pas de grande loi directrice sur les sols mais une protection dispersée, façon puzzle, dans différents textes liés à l'eau, aux déchets, aux sites pollués, à l'air ou encore à la santé ! Bref, le sol semble l'arlésienne de l'environnement, on en parle un peu partout, mais il n'existe pas en tant que tel.

Depuis 2015, Année internationale des sols, les initiatives se multiplient pour faire monter dans les consciences la nécessité de connaître nos sols. Si à l'échelle nationale, depuis les années 2000, le GIS Sol ([www.gissol.fr](http://www.gissol.fr)) organise l'information sur les sols en France et leur surveillance, il est frappant de constater qu'on ignore aux échelles locales la nature et les propriétés des sols. Impossible dès lors d'intégrer les fonctions des sols dans l'aménagement du territoire : bétonner ou construire des sols peut limiter l'approvisionnement des cantines de la collectivité, l'exposer à des inondations, ou encore faire disparaître un site riche en biodiversité ou en carbone. Les sols ne sont pas qu'une surface à lotir, à bâtir : il s'agit de connaître les sols et les services qu'ils rendent avant de décider (ou pas) d'en changer l'usage. De même, au sein des villes, les espaces non bâtis peuvent aussi offrir ces services de production, de régulation ou encore de réservoir de biodiversité : cette trame brune est essentielle à l'adaptation de nos villes au changement climatique qui s'annonce.

Nos sols sont précieux et fragiles : une prise de conscience est nécessaire à toutes les échelles pour connaître et protéger cette ressource non renouvelable. Espérons que la politique nationale de Zéro artificialisation nette et le projet de directive européenne, récemment proposé, impulseront cette dynamique. ■

**Antonio Bispo**  
Directeur de l'unité de Recherche Info&Sols, INRAE -  
Centre de recherche Val de Loire

# I SOLS URBAINS : REGARDS CROISÉS

**A**u travers de plusieurs points de vue complémentaires, cette introduction revient sur le sens à donner à la dénomination de sol urbain. La bonne connaissance et la bonne gestion de ces sols sont devenues au fil des années des enjeux incontournables pour de nombreux professionnels et collectivités, des pédologues aux urbanistes en passant par les bureaux d'études ou même les pompiers.

## II LES SOLS URBAINS À LA LOUPE

Les sols urbains présentent de nombreux profils différents, de la forêt urbaine à la zone industrielle ou à la route. Mieux les connaître (caractéristiques, qualités physico-chimiques, biodiversité, pollutions éventuelles et risques) est le préalable indispensable à toute action de préservation ou de restauration de leurs fonctionnalités et des services rendus associés.

# III LES SOLS DANS LES AMÉNAGEMENTS URBAINS

**A**dapter la palette végétale au type de sol, évaluer les besoins des arbres en volume pour le développement de leurs racines et les guider si besoin, identifier et prioriser les zones à désimperméabiliser, utiliser des technosols plutôt qu'importer des terres végétales, sont autant d'actions possibles à mettre en place dans les projets d'aménagement urbain pour profiter au mieux des services rendus par les sols.

# IV LES SOLS DANS LA PLANIFICATION TERRITORIALE


**E**n définissant un projet de territoire à long terme, la planification est le premier levier des collectivités pour la préservation des sols. Réglementation, outils d'aide à la décision et exemples se côtoient dans cette partie pour maintenir ou recréer une trame brune fonctionnelle, et ainsi revoir la fabrique de la ville de demain.



# V POUR ALLER PLUS LOIN

Le sujet de cette publication a fait l'objet de nombreux ouvrages et articles scientifiques théoriques sur la connaissance et la caractérisation des sols urbains mais aussi pratiques avec des outils de gestion de ces sols. En complément des références proposées dans les articles, voici une sélection de ressources pour approfondir ou prendre de la hauteur sur certains sujets.

# VI DANS CE NUMÉRO



La qualité de cette publication tient avant tout à la richesse et à l'expertise de ses contributeurs. Ce chapitre présente chacun des spécialistes des sols urbains qui ont partagé leurs connaissances et leurs expériences de terrain. Il met également en lumière les outils proposés par Plante & Cité en faveur de la nature en ville.

# AGIR POUR LES SOLS URBAINS

## RÉSUMÉ

**E**ncore bien souvent considéré uniquement comme un support d'infrastructures, le sol urbain mérite d'être reconnu pour ses nombreuses fonctionnalités, du stockage du carbone au support de la végétation en passant par la production alimentaire ou la biodiversité. Si ce changement de paradigme peut sembler un véritable défi pour les professionnels, Plante & Cité y travaille depuis sa création. Cette publication dresse un panorama des enjeux, résultats d'étude et réalisations pour des sols fonctionnels pour la nature en ville.

En introduction, les regards de chercheurs et praticiens permettent de mieux comprendre la notion de sol urbain et les enjeux qui y sont liés : développement de la pédologie urbaine, connaissance de la qualité et des usages des sols urbains, prise en compte dans les projets d'aménagement, gestion des risques, création d'un vocabulaire commun, collaborations interdisciplinaires...

La deuxième partie de cet ouvrage s'attache à donner des outils pour mieux connaître et gérer les sols urbains. Connaître la diversité des sols permet de mieux comprendre les bénéfices qu'ils apportent mais aussi les contraintes et risques qu'ils subissent et qui peuvent mettre à mal leur multifonctionnalité. Parfois difficile en milieu urbain, l'évaluation de la qualité des sols est nécessaire pour déterminer le champ des possibles en matière d'usages, de protection ou de renaturation. Des initiatives internationales inspirantes terminent ce chapitre.

La gestion des sols dans les aménagements urbains demande de prendre en compte de nombreux paramètres. Identifier les zones à désimperméabiliser, adapter la végétation et notamment les arbres aux types de sols et aux contraintes rencontrées pour le bon développement du système racinaire, créer des écosystèmes durables en préservant la ressource en terre végétale... La troisième partie met en lumière les études et actions à entreprendre pour des sols vivants et fonctionnels.

À l'échelle territoriale, l'objectif zéro artificialisation nette à l'horizon 2050, inscrit dans la loi Climat et résilience de 2021, est un challenge pour les collectivités françaises. Illustrations à l'appui, ce chapitre aborde les stratégies et outils à leur disposition pour préserver les sols dans les documents d'urbanisme et orienter le développement urbain ou les projets en fonction de la qualité des sols.

La publication se termine sur une sélection de références bibliographiques scientifiques et pratiques pour mieux connaître, s'inspirer ou encore protéger les sols urbains.

**Plante & Cité**  
Ingénierie de la nature **en ville**

Plante & Cité est le centre technique national d'études et d'expérimentations sur les espaces verts et le paysage. Sous statut associatif, il compte aujourd'hui plus de 750 adhérents (collectivités, entreprises du paysage, bureaux d'études, établissements de recherche et de formation...).

Parrainé par l'AMF et soutenu par l'interprofession VALHOR et par les ministères en charge de l'agriculture et l'écologie, Plante & Cité développe la recherche et l'expertise pour apporter des réponses nouvelles et innovantes pour l'aménagement et la gestion des espaces verts et naturels urbains dans la perspective du développement durable.

Créé à Angers, Plante & Cité bénéficie du soutien d'Angers Loire Métropole et participe à la dynamique du pôle de compétitivité mondial Végépolys Valley, notamment sur l'axe végétal urbain.

[www.plante-et-cite.fr](http://www.plante-et-cite.fr)



### Pour citer cette publication :

Plante & Cité, 2023. **Agir pour les sols urbains - Des sols fonctionnels pour la nature en ville**. Plante & Cité, Angers, 68 p.