



AFES © Jacques Thomas

nouveaux regards
sur le sol,
cet allié méconnu





Le sol, un allié méconnu ? La formule, empruntée au microbiologiste Marc-André Selosse, met en évidence à la fois le potentiel du sol pour répondre aux enjeux de transition écologique, et le faible niveau de prise en compte des sols dans la sphère de l'aménagement en particulier. Comme l'explique Baptiste Perrissin Fabert, directeur général délégué en charge de l'expertise à l'ADEME¹, « les sols ont longtemps été considérés comme un patrimoine privé, contrairement à l'air ou à l'eau, reconnus comme des biens communs. Aujourd'hui, on redécouvre leur rôle stratégique pour la souveraineté alimentaire, la régulation de l'eau, le stockage du carbone et le maintien de la biodiversité ». Votée en 2021, la loi Climat et Résilience vient affirmer la notion de sol en rappelant ses fonctions - biologique, hydrique, climatique, agronomique -, et permet de dépasser celle de « foncier » jusqu'alors exclusive.

2025 marque une étape supplémentaire avec l'adoption de la directive européenne sur la surveillance et la résilience des sols², et consacre ainsi une avancée majeure dans la protection des écosystèmes. Selon

les données disponibles, plus de 60 % des sols européens sont en mauvaise santé et continuent de se dégrader. La directive fixe pour objectif des sols sains et vivants à l'horizon 2050 et s'articule autour de trois axes stratégiques : l'évaluation de la qualité des sols, la lutte contre l'artificialisation, et la restauration des sols dégradés.

A travers ses compétences (observation, planification, projet urbain), le rôle d'épures est d'accompagner les acteurs locaux à l'intégration du sol dans leurs politiques publiques. En préalable, il convient de partager la connaissance : comment fonctionne cet écosystème ? Quel est son rôle pour réussir les transitions environnementales ? Quelles données et méthodes mobiliser ?

La présente publication propose de défricher « le sol » en montrant ses différentes facettes, notamment en milieu urbanisé, à partir de synthèses d'études, de travaux scientifiques, d'exemples inspirants, de données nouvelles et en traçant des perspectives pour des politiques de préservation et restauration concernant l'ensemble du territoire ligérien.

¹ Article Regards croisés sur la directive européenne sur la surveillance des sols, ADEME Magazine, octobre 2025

² Directive du conseil de l'Union européenne relative à la surveillance et à la résilience des sols, adoptée le 29 septembre 2025

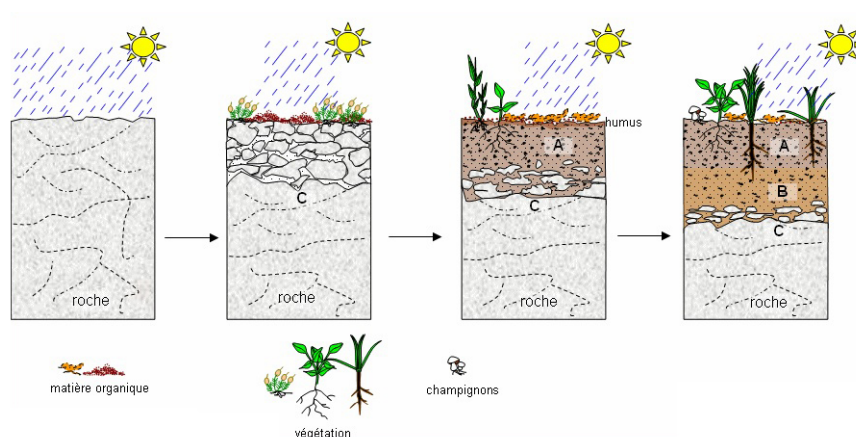
Faire connaissance avec le sol

Milieu vivant et capital naturel fragile

Les sols constituent « l'épiderme de la Terre », en interface avec l'eau, l'air, la roche et le vivant. Ils sont issus de l'altération des roches sous l'effet du climat, du relief et des organismes vivants. Ce processus d'élaboration des sols, très lent (plurimillénaire), est la pédogénèse.

Ainsi, les sols sont à considérer comme une **ressource non renouvelable**, dont la dégradation causée par les activités humaines peut survenir en quelques décennies, voire seulement quelques années : urbanisation, agriculture intensive, pollution.

FIGURE 2. ETAPES DE LA FORMATION D'UN SOL A PARTIR D'UNE ROCHE DURE



Source : banque de schémas SVT de l'Académie de Dijon



Il faut attendre entre 100 ans et 1 000 ans pour que se forme 1 centimètre de sol

Définition, d'après l'Association Française pour l'Etude du Sol, 2018

Le sol est un volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée, ou peu marquée par la pédogénèse.

L'épaisseur du sol peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres, ou plus.

Le sol comporte le plus souvent plusieurs « horizons » correspondant à une organisation des constituants organiques et/ou minéraux (la terre). Il est le lieu d'une **intense activité biologique** (racines, faune et micro-organismes).



Source : carte [pédogénèse] de la Fresque du sol – CC BY-NC-ND – ADEME

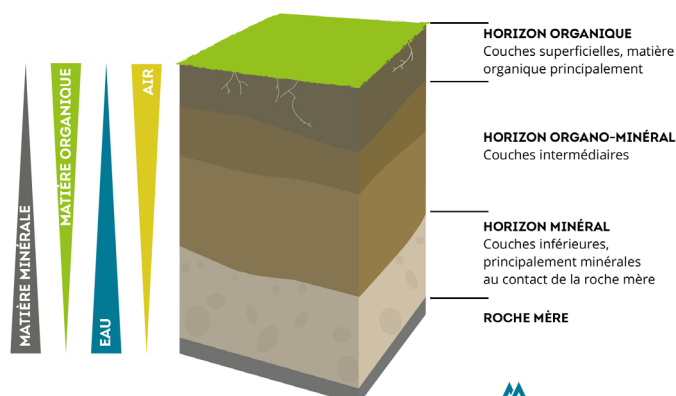
« La grande leçon de ces quarante dernières années c'est que tout est lié. Parler du sol c'est donc une manière abstraite de séparer une partie de l'écosystème terrestre du reste, alors que tout relie les parties de l'ensemble. »

Marc-André Selosse, microbiologiste et écologue, professeur du Muséum national d'Histoire naturelle. Entretien réalisé par l'Institut de la Transition Foncière, 28 juin 2023

Les horizons interagissent entre eux : échanges d'éléments minéraux et organiques, circulation d'eau et d'organismes vivants, ...

La diversité des situations environnementales (climat, relief, organismes vivants, nature des roches) génère une **grande diversité de sols**, « le sol n'est pas le même ici et là³ ».

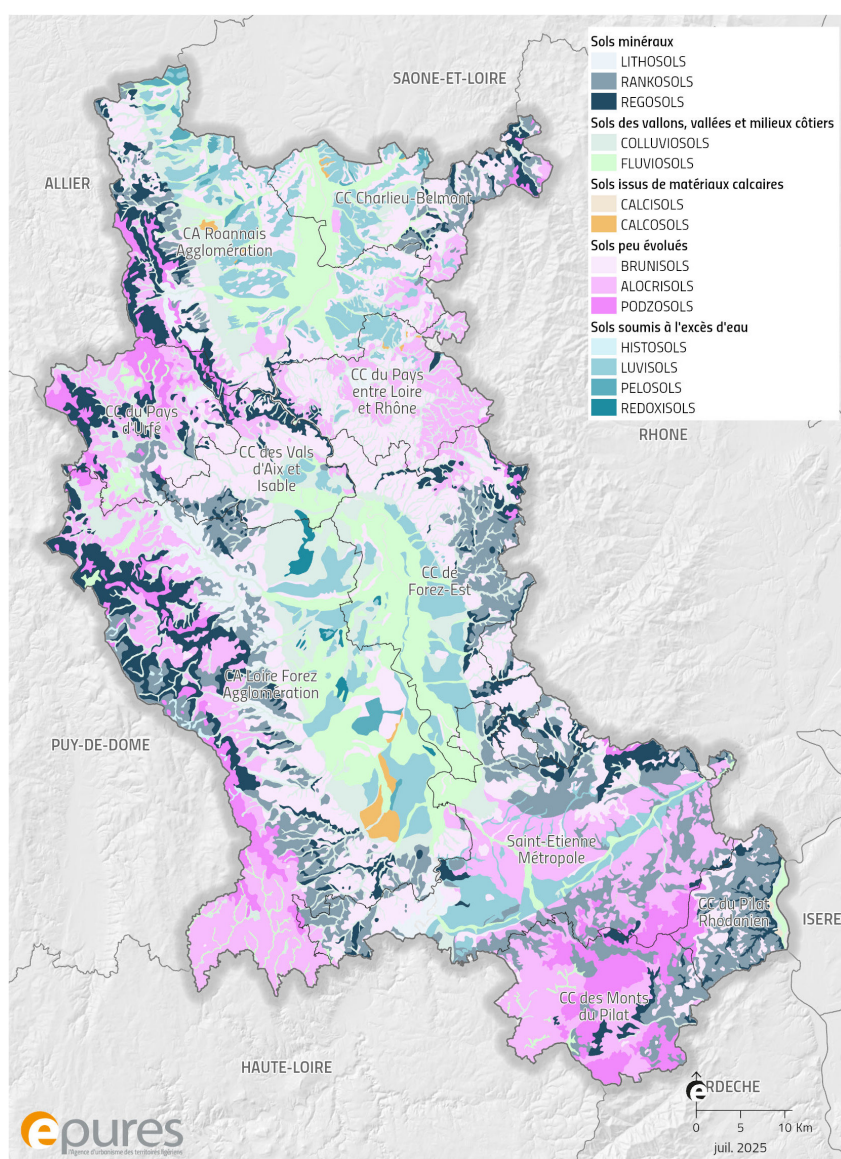
PROFIL TYPE D'UN SOL



L'AGENCE
D'URBANISME DE LA RÉGION GRENOBLOISE

Source : AURG - Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise

CARTE DES SOLS DOMINANTS



La carte représente de façon simplifiée les sols dominants dans la Loire, à l'échelle 1/250 000, répartis dans 4 grands ensembles de paysages :

- les monts du Forez et de la Madeleine
- la vallée de la Loire : plaine du Forez, plaine de Roanne
- les monts du Lyonnais et du Beaujolais et le massif du Pilat
- les coteaux du Nord-Vivaraïs et la vallée du Rhône.

Elle ne rend pas compte des 80 Unités Cartographiques de sols et 130 Unités de Sols décrites dans la carte des sols de la Loire.

L'échelle 1/250 000 est inopérante pour caractériser les sols en milieu urbain.

Selon ses propriétés (physiques, chimiques, biologiques...), le sol assure des **fonctions multiples**.

³ Article Les sols, essentiels pour la planète, inrae.fr

Sols et limites planétaires

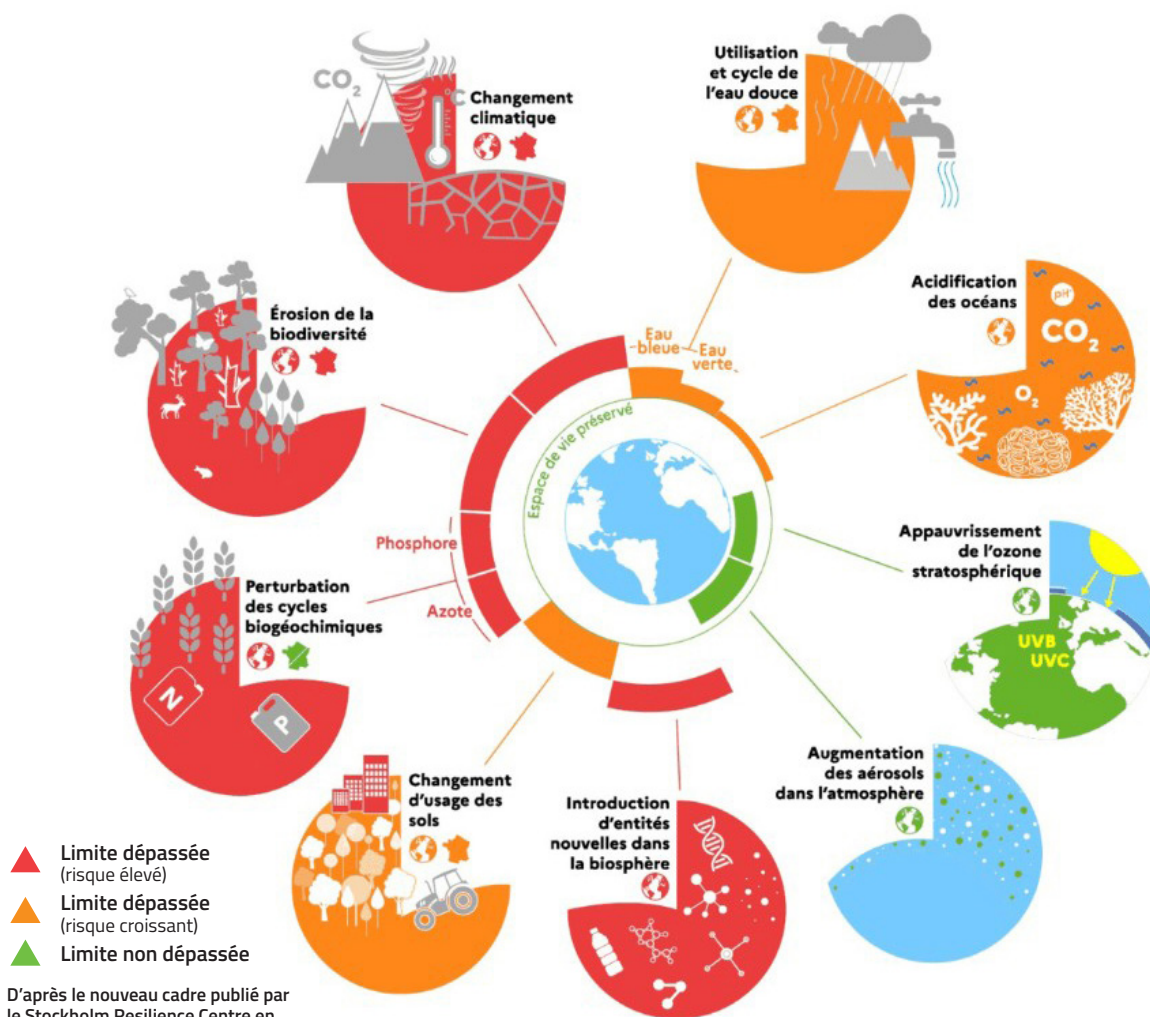
Le cadre des limites planétaires a été développé par la communauté scientifique internationale pour interpeller les décideurs sur la notion de seuils à partir desquels l'écosystème planétaire change d'état d'équilibre. L'analyse porte sur 9 grands cycles naturels dont le bon fonctionnement garantit l'habitabilité des territoires.

Le sol est en interaction avec plusieurs de ces limites :

- Le **changement climatique**, à travers ses capacités à absorber le carbone sous forme de matière organique
- La **biodiversité**, intrinsèque au sol, mais aussi en tant que support des habitats naturels
- Le **cycle de l'eau douce**, avec lequel le sol est intimement lié comme espace de stockage, d'écoulement et de transfert vers les végétaux
- Les **cycles de l'azote et du phosphore**, dont une partie est véhiculée par les sols.

Ainsi, en préservant des sols multifonctionnels, en restaurant des sols en mauvaise santé, il est possible d'agir de façon concomitante sur plusieurs limites planétaires et d'améliorer la résilience globale des territoires.

LES 9 LIMITES PLANÉTAIRES



D'après le nouveau cadre publié par le Stockholm Resilience Centre en septembre 2025 (Richardson et al.)

Fonction biologique des sols

Le sol est non seulement un support pour les végétaux, les espèces animales et les trames vertes et bleues qui permettent leur circulation et leur brassage génétique, mais il constitue aussi un habitat pour une biodiversité spécifique. Les champignons, vers de terre, insectes, bactéries et autres formes de vie logées dans les sols représenteraient ainsi plus d'un quart de la biodiversité mondiale⁴.

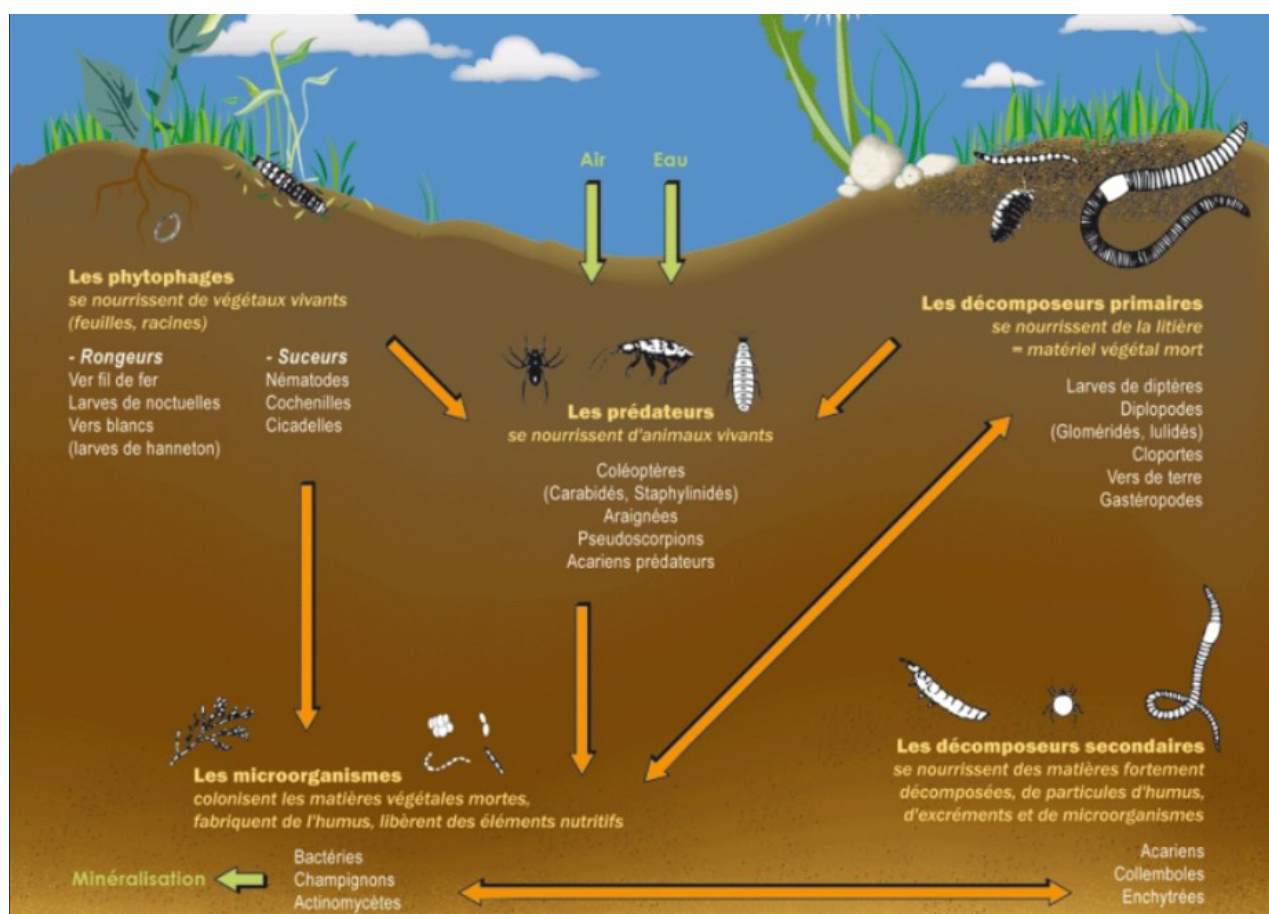
La fertilité biologique du sol est une composante essentielle de la fertilité globale des sols, qui comprend également des aspects physiques et chimiques. Le sol abrite une multitude d'organismes qui jouent un rôle crucial dans le recyclage des éléments nutritifs contenus dans la matière organique morte, comme les résidus végétaux (racines, feuilles, tiges non récoltées) et animaux (excrétions, décomposition des animaux morts).



A quoi sont utiles les 100 000 vers de terre qui peuplent un jardin de taille moyenne (500 m²)

Les vers : petits, moyens et gros, enrichissent la terre en matière organique, source première de leur alimentation, la rendant plus fertile : de 2 à 7 fois plus concentrée qu'au départ.

LES FONCTIONS DU SOL



Principes proposés par Jeff Lowenfels et Wayne Lewis dans l'ouvrage intitulé « Teaming with Microbes »

⁴ Pourquoi il est important de préserver la santé des sols, Conseil de l'Union Européenne, <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/why-keeping-soils-healthy-matters/>

Par exemple, les vers de terre créent des galeries qui aèrent le sol et facilitent la pénétration de l'eau, tandis que les champignons mycorhiziens aident les plantes à absorber les nutriments du sol.

Ces interactions sont fondamentales pour le bon fonctionnement des écosystèmes terrestres et pour la production agricole durable.

La fertilité biologique est également liée à la qualité et à la quantité de matière organique dans le sol, qui est essentielle pour la structure du sol et la rétention d'eau. Une bonne fertilité biologique améliore la porosité du sol, facilitant ainsi

la pénétration des racines et la circulation de l'air et de l'eau, ce qui est bénéfique pour la croissance des plantes.

Le couvert végétal contribue à exploiter la multifonctionnalité des sols : optimisation de l'azote et de la matière organique par l'exploration racinaire et structuration du sol. La plantation d'arbres est un outil permettant d'augmenter le stockage du carbone dans le sol. Pour optimiser ce stockage à travers les couverts végétaux, il est recommandé de choisir des espèces à forte production de biomasse et de diversifier les espèces présentes.



Fonction hydrique des sols

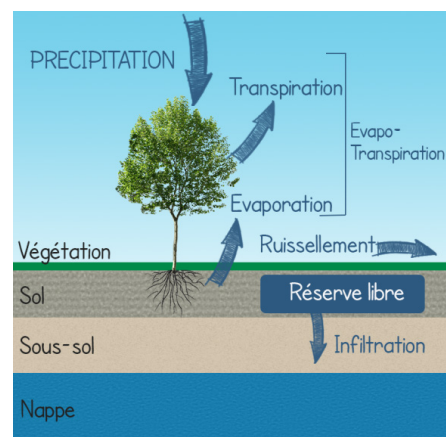
Le sol agit comme un régulateur naturel du cycle de l'eau : il permet l'infiltration des précipitations et leur stockage, rendant cette ressource accessible aux habitats naturels. En ralentissant l'écoulement vers les cours d'eau, il atténue les risques d'inondation et limite les effets des sécheresses en restituant progressivement l'eau aux plantes. Le sol joue aussi un rôle de filtre, retenant une partie des polluants avant qu'ils n'atteignent les nappes phréatiques. Ainsi, il contribue non seulement à la préservation de la qualité de l'eau souterraine, mais aussi à la protection des ressources en eau potable.

La fonction hydrique des sols joue un rôle essentiel dans le maintien des écosystèmes et la productivité agricole. Elle désigne la capacité d'un sol à absorber, stocker et restituer l'eau, un processus vital pour les plantes, qui puisent dans cette réserve les ressources nécessaires à leur croissance. Un sol en bonne santé, perméable, riche en matière organique et suffisamment profond, favorise une infiltration optimale de l'eau. À l'inverse, un sol à faible teneur en matière organique, compacté

voire imperméabilisé, perd cette capacité, ce qui peut entraîner un manque d'eau disponible pour les plantes et la biodiversité, l'aggravation du ruissellement et du risque d'inondation, ainsi que l'érosion des sols.

En milieu urbain, la gestion durable des sols passe par la limitation de l'imperméabilisation, le maintien de surfaces de pleine terre avec une volumétrie suffisante pour la végétation et la maximisation de l'infiltration des eaux pluviales.

SCHEMATISATION SIMPLIFIEE DES LIENS ENTRE EAU ET SOLS

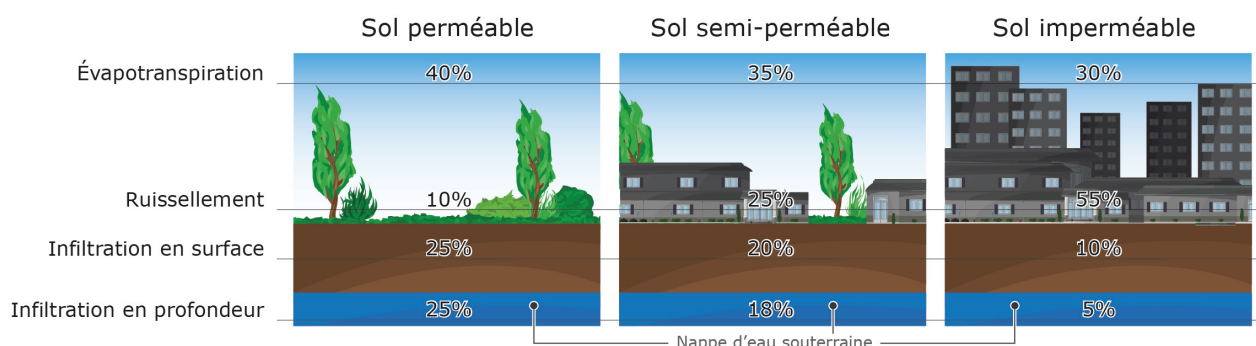


Le schéma ci-dessous souligne l'influence majeure de la perméabilité des sols sur la destination de l'eau après une précipitation. Dans un sol perméable, comme ceux que l'on trouve souvent en milieu naturel ou agricole, près de la moitié de l'eau (50 %) s'infiltre en surface et en profondeur, favorisant ainsi la recharge des nappes phréatiques et limitant le ruissellement à

seulement 10 %. À l'inverse, un sol imperméable, typique des zones urbanisées ou bétonnées, voit plus de la moitié de l'eau (55 %) ruisseler, ce qui accentue les risques d'inondation et réduit drastiquement l'alimentation des réserves souterraines. Les sols semi-perméables, souvent rencontrés en périphérie urbaine, présentent une situation intermédiaire, avec

une infiltration encore significative (38 %), mais un ruissellement déjà préoccupant (25 %). Ces données rappellent l'importance de la qualité et de la perméabilité des sols pour assurer une gestion durable de l'eau, surtout dans un contexte où les aléas climatiques, comme les pluies intenses ou les sécheresses, se multiplient.

CAPACITÉ D'INFILTRATION DE L'EAU SELON LA PERMÉABILITÉ DU SOL



Source : Organisme de Bassin Versant de la Yamaska, Québec

Fonction climatique des sols

Le sol forme un « puits de carbone », contribuant à l'atténuation du changement climatique. Le carbone présent dans la matière organique est stocké, voire durablement fixé. Selon l'ADEME, une réduction de 5 % des stocks de carbone des sols équivaldrait à deux à quatre années d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) au niveau national.



Avec un surplus d'émissions vers l'atmosphère de CO₂ lié aux activités humaines, le cycle du carbone est aujourd'hui déséquilibré⁵. Ce surplus de carbone atmosphérique augmente l'effet de serre responsable du réchauffement climatique.

La Stratégie Nationale Bas Carbone⁶ (2025) vise la neutralité carbone

d'ici 2050, c'est-à-dire la capacité des territoires à capter autant de CO₂ qu'ils en émettent. Pour ce faire, le premier levier est de réduire les émissions de GES (agriculture, bâtiments, transports...) jusqu'à un niveau résiduel. La stratégie prévoit de compenser ces émissions « incompressibles » par les puits de carbone, systèmes capables de capter et stocker le CO₂ présent dans l'atmosphère⁷.

Du fait de leur capacité à stocker le carbone organique issu de végétaux ayant eux-mêmes piégé du carbone atmosphérique en réalisant la photosynthèse, les sols contiennent trois fois plus de carbone que l'atmosphère⁸ (2 400 milliards de tonnes de carbone dans le sol contre 800 dans l'atmosphère). Comme les océans et la biomasse, le sol constitue ainsi un « puits de carbone ».

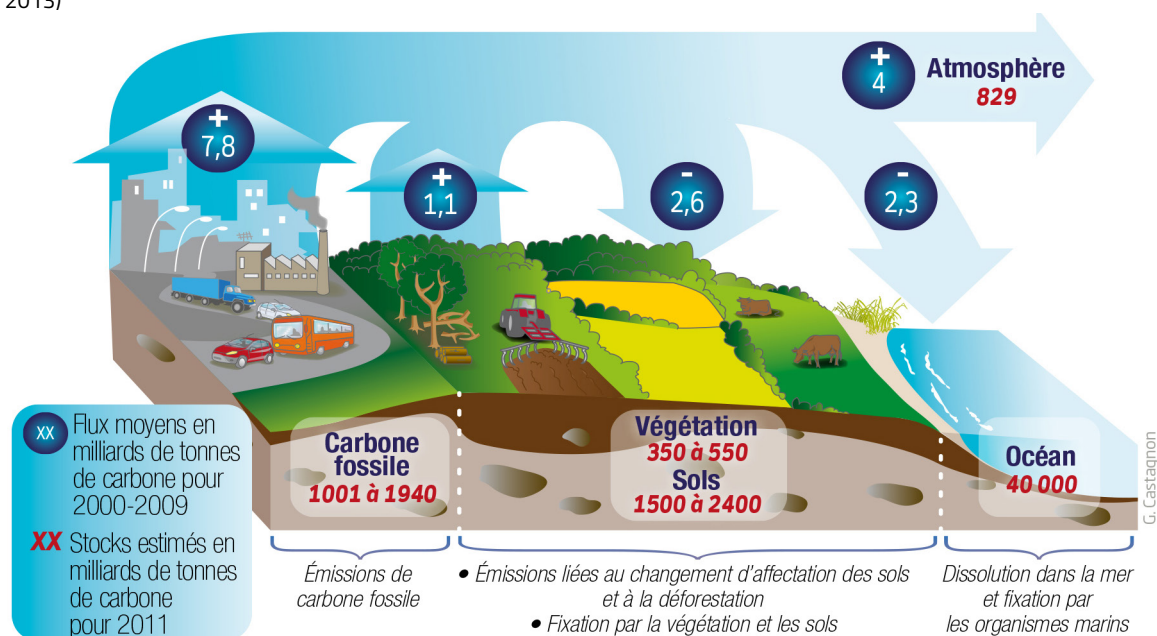
⁵ Sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), 20/03/2023 : <https://www.agenda-2030.fr/a-la-une/actualites-a-la-une/article/6eme-rapport-d-evaluation-du-giec>

⁶ Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), 13/12/2025 : <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

⁷ ADEME : <https://infos.ademe.fr/magazine-mars-2022/dossier/puits-de-carbone-les-naturels-dabord/>

⁸ Stocker du carbone dans les sols français, Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1 000 et à quel coût ? INRA (France) : https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/etude-4-pour-1000-resume-en-francais-pdf-1_0.pdf

RÉPARTITION DU CARBONE ORGANIQUE DANS LES PRINCIPAUX RÉSERVOIRS MONDIAUX ET FLUX CONSTITUANT LE CYCLE DU CARBONE (IPCC, 2013)



Source : IPCC 2013

Les stocks de carbone dans les sols sont très variables selon le type de sol, le climat et l'occupation des sols (Gis Sol dans ADEME)⁹. Les forêts, les prairies permanentes ou toujours en herbe, ainsi que les zones humides sont les plus « performantes ». Quant à la capacité de stockage du carbone dans les sols urbains, plus le sol est constitué de pleine terre et support d'une végétation développée, plus elle est importante.

Ainsi, le potentiel de stockage d'un parc urbain arboré peut être comparable à celui d'une zone humide en milieu rural.

Cette capacité de stockage de carbone est très dépendante des changements d'affectation des sols et des modes de gestion à l'œuvre, qui engendrent des flux négatifs ou positifs. Les sols déstockent beaucoup plus vite qu'ils ne stockent !

Par exemple :

- en implantant une prairie sur une zone de culture, on stocke 1,8 tCO₂/ha/an pendant 20 ans,
- en déforestant pour installer un parking, on déstocke immédiatement 290 tCO₂/ha liées à la biomasse (arbres supprimés) et

un maximum de 290 tCO₂/ha liées au sol lui-même¹⁰.

Le stockage n'est pas « infini » : là où les stocks de carbone du sol sont élevés (forêts et prairies permanentes), il est difficile de les augmenter. L'enjeu est d'entretenir et de préserver ces stocks.

RATIO DE CARBONE À L'HECTARE ÉTABLI PAR DES TRAVAUX D'ÉTUDE DES SOLS

Sols imperméabilisés
30 tC/ha



Cultures : 50 tC/ha
Vergers : 62 tC/ha



Prairies zones herbacées
72 tC/ha



Sols artificiels arborés
111 tC/ha



Zones humides
125 tC/ha



Forêts mixtes : 211 tC/ha
Conifères : 170 tC/ha



Source : Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS) du Gis-Sol (données 2001 - 2011)

⁹ Carbone organique des sols. L'énergie de l'agroécologie, une solution pour le climat, ADEME Éditions, Angers, juin 2014

¹⁰ Source : ADEME

Potentiel agronomique des sols

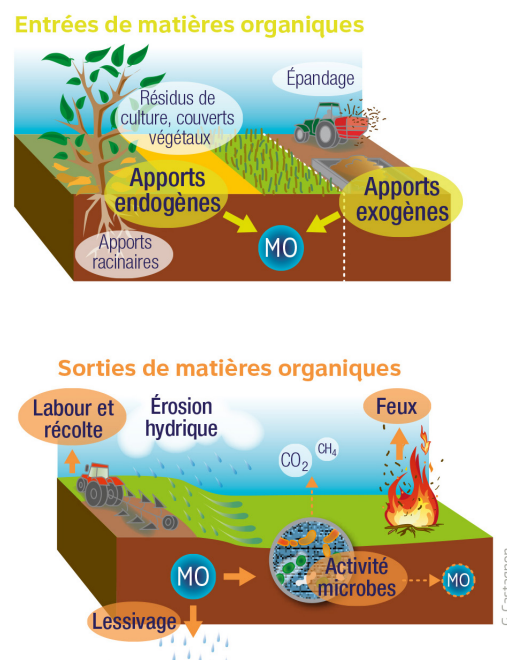
Le potentiel agronomique d'un sol qui en évalue sa fertilité ne peut se réaliser pleinement que si les autres fonctions du sol sont correctement remplies. Ce potentiel est capital pour la productivité agricole et la durabilité des écosystèmes.

Le potentiel agronomique du sol est influencé par les pratiques culturales adoptées par les agriculteurs. Cela inclut le choix des cultures, les techniques de travail du sol, la gestion des résidus de culture et l'utilisation d'engrais et d'amendements. Des pratiques adaptées, comme le paillage, la rotation des cultures ou l'agroforesterie, permettent de préserver la fonction hydrique et de maintenir ou d'améliorer la fertilité du sol tout en réduisant les impacts environnementaux négatifs.

Pour permettre au sol de stocker de la matière organique, il est nécessaire d'augmenter les flux entrants (apports endogènes et exogènes) par rapport aux flux sortants comme représenté sur la figure ci-dessous.

A l'exception des apports racinaires, l'essentiel des entrées de matières organiques s'effectue depuis la surface. En revanche, une grande partie de leur dégradation se joue dans le sol, via l'activité microbienne.

Pour optimiser cette dynamique, l'apport de biomasse joue un rôle central. La matière organique issue de la biomasse améliore la structure du sol, favorisant ainsi sa capacité à retenir l'eau et les nutriments.



Le carbone organique des sols, ADEME, 2014



Cultures de céréales avec rangées d'arbres de type noyers ou peupliers

Sur une même parcelle, des arbres sont plantés en lignes espacées, avec des cultures annuelles (blé, orge, luzerne...) entre les rangs. Les feuilles mortes, les racines fines et les résidus de taille, laissés au sol, apportent chaque année de la matière organique, ce qui améliore la structure du sol, sa porosité et sa capacité à stocker l'eau et les nutriments.



© Ecole des Mines d'Alès



Maraîchage sous arbres (verger maraîcher)

Des légumes sont cultivés en planches entre des rangées d'arbres fruitiers. Les feuilles et racines des arbres apportent de la matière organique et structurent le sol, tandis que les maraîchers ajoutent du compost, du fumier et du paillage organique (paille, résidus de cultures), ce qui augmente la teneur en humus, la stabilité des agrégats et la rétention d'eau utilisable par les cultures. L'ombre partielle limite l'évaporation et les extrêmes de température.



© association française d'agroforesterie

¹¹ Carbone organique des sols. L'énergie de l'agroécologie, une solution pour le climat, ADEME Éditions, Angers, juin 2014

A retenir : des sols plurifonctionnels

Le sol ne se limite pas à une simple couche de terre car il incarne une véritable plurifonctionnalité. **Biologiquement**, il est un réservoir de biodiversité, abritant des millions d'organismes qui transforment la matière organique, fertilisent les milieux et soutiennent les chaînes alimentaires. **Hydriquement**, il agit comme une éponge naturelle, régulant les flux d'eau, prévenant les inondations et alimentant les ressources en eau douce. **Climatiquement**, il joue un rôle de tampon en stockant du carbone et en atténuant les effets du changement climatique. Enfin, **agronomiquement**, il constitue le socle de la production alimentaire, offrant aux cultures les nutriments et les conditions nécessaires à leur développement.

Ces fonctions sont intimement liées car une dégradation du sol affecte simultanément sa capacité à soutenir la vie, à filtrer l'eau, à réguler le climat et à nourrir les populations. Ainsi, la préservation des sols ne relève pas seulement d'un enjeu environnemental, mais aussi d'une nécessité économique, sociale et climatique.

« Pour orienter les usages du sol, on est obligé de s'intéresser à la qualité d'un sol à travers ses différentes fonctions, et pas à une seule d'entre elles, comme cela a pu être fait il y a quelques années. »

Laure Vidal-Beaudet, professeur en agronomie urbaine, Institut Agro Rennes-Angers

POURQUOI SE SOUCIER DE NOS SOLS ?

UNE RESSOURCE FRAGILE ET NON RENOUVELABLE

1 cm
200 à plusieurs milliers d'années pour former 1 cm de sol

Les sols fertiles sont rares sur Terre

25 % à 60 % des espèces animales et végétales connues y vivent

+ de 60 % des sols européens dégradés à des degrés divers, pour certains de manière irréversible

Ce qui définit un sol sain

- Il contient une diversité d'organismes vivants qui contribuent à sa fertilité.
- Il ne pollue pas son environnement.
- Il est généralement riche en matières organiques.

DE LA QUALITÉ DES SOLS DÉPEND LA VIE SUR TERRE

LES SOLS SAINS SONT SOURCES DE VIE



NOS ACTIVITÉS LES IMPACTENT DURABLEMENT

4 PRINCIPALES MENACES

Surexploitation tassement, excavation... **Imperméabilisation** par les routes, parkings, constructions...

Pollution par les pesticides, produits chimiques, plastiques...

Érosion liée à la déforestation, aux surfaces nues...

+ de 7 080 sites pollués recensés et gérés par l'administration en France

+ de 2 ha/heure de sols disparaissent en France à cause de l'expansion urbaine

Inondations, glissements de terrain

Perte de biodiversité et impacts sur la chaîne alimentaire

Eaux polluées

Sols moins fertiles

Source : ADEME, Clés pour agir, février 2025

Les spécificités des sols en milieu urbanisé

Un vocabulaire particulier pour distinguer plusieurs notions

La notion de **sol urbain** englobe tout sol situé en milieu urbanisé.

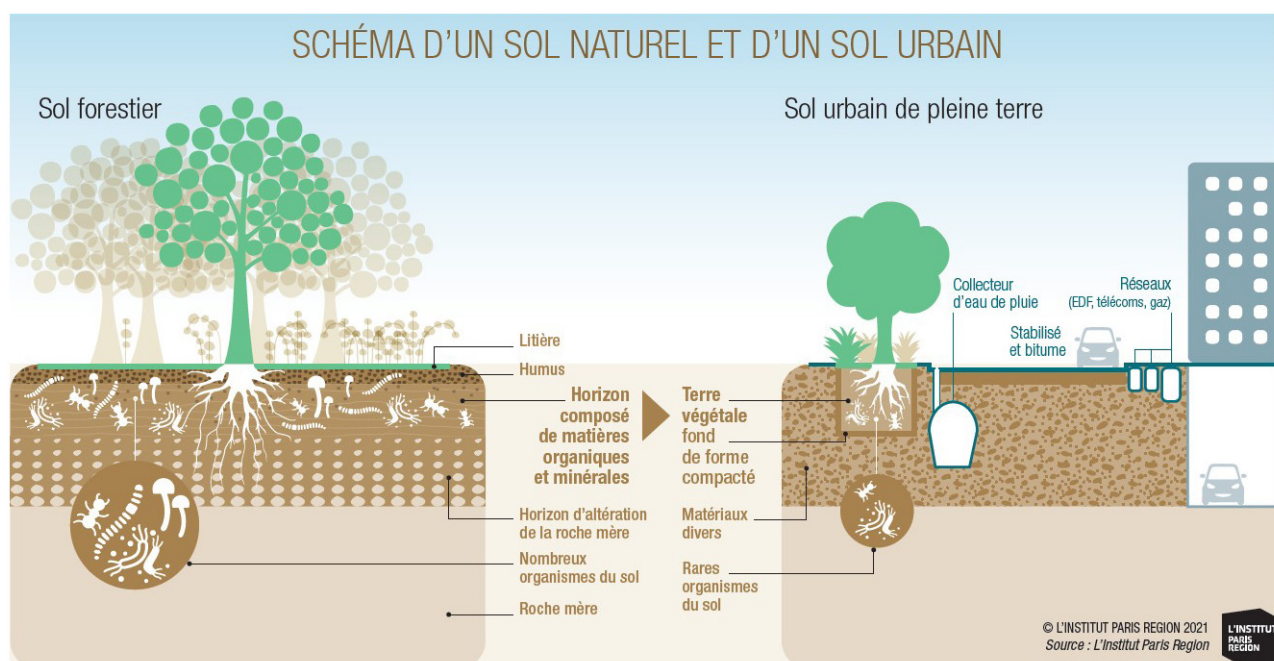
Dans le Référentiel Pédologique français, les sols fortement modifiés ou créés par l'Homme sont qualifiés de **sols anthropisés** (ou anthroposol). Au sein des

anthroposols, les **technosols** désignent les sols dominés par des matériaux d'origine humaine (au moins 20 %) sur une profondeur d'au moins 1 mètre.

Toutefois, des sols très peu modifiés par l'Homme, dits **pseudo-naturels**, peuvent exister en secteur urbanisé.

L'imperméabilisation (ou **sclèlement**

artificiel) désigne la déconnexion du sol sous-jacent des autres compartiments de l'écosystème (biosphère, atmosphère, hydrosphère, anthroposphère) par la couverture avec un matériau imperméable (enrobé bitumineux, béton de ciment) ou la modification drastique des propriétés du sol pour le rendre imperméable.



Les sols urbains de pleine terre partagent peu de points communs avec les sols naturels. Les sols naturels sont caractérisés par une organisation en « horizons » : des couches parallèles ayant chacune une composition chimique et des propriétés spécifiques. Les sols de pleine terre urbains, eux, sont généralement composés de terre végétale, ce matériau issu uniquement de la couche arable des sols naturels. (Source : L'Institut Paris Région, Note rapide n°884, mars 2021)

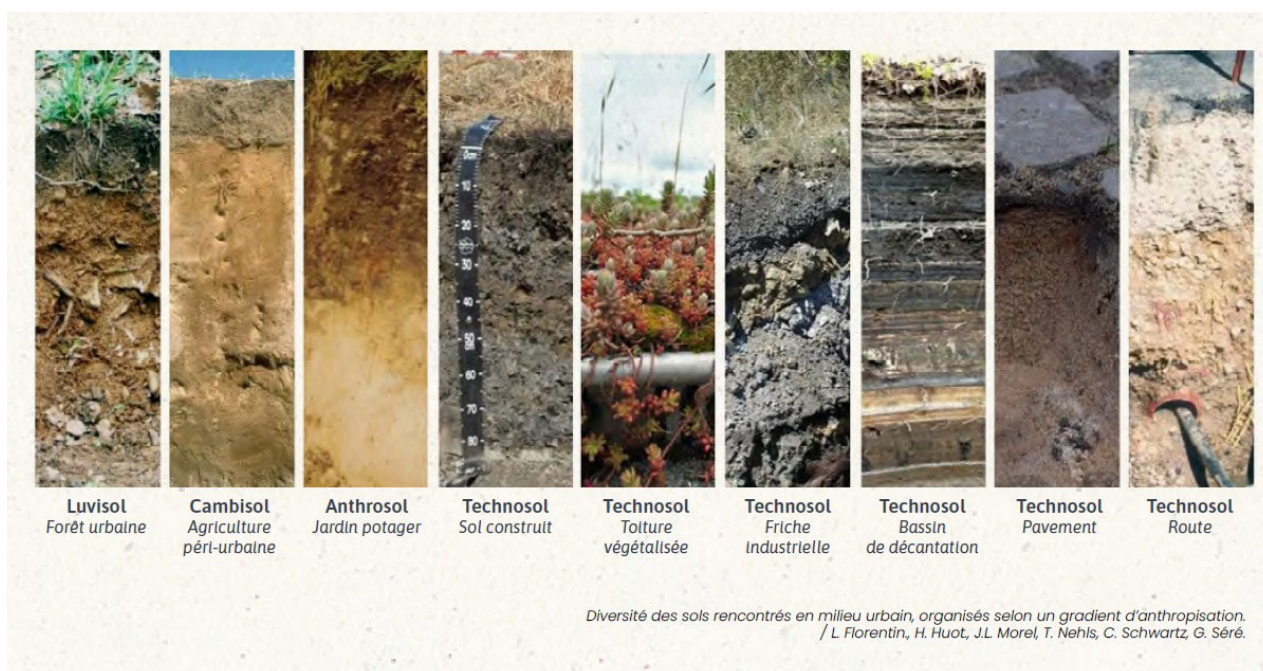
Les sols urbains sont 1 à 2 °C plus chauds, 50 % plus secs et 1,5 fois plus denses que des sols de même type en milieu rural. (Source : Désimperméabilisation et renaturation des sols, Cerema, Fiche n°2, mars 2020)

Le **descellement** est la suppression de la fonctionnalité initiale d'un revêtement imperméable (par exemple, enrobé, béton ou pavés) soit par simple fracturation, soit en le retirant et en le remplaçant par une couverture plus perméable. En cassant et en aérant les surfaces compactées, cette technique permet de restaurer la perméabilité du sol et de favoriser le retour de la biodiversité. Utilisée dans les projets de renaturation urbaine, elle offre une alternative durable à l'importation de terre végétale, tout en valorisant les ressources locales.



Travaux de désimpermeabilisation, Métropole du Grand Nancy / © C. Schwartz.
Source : Désimpermeabiliser les villes, guide opérationnel pour (re)découvrir les sols urbains, Plante&Cité, décembre 2024

DIVERSITÉ DES SOLS RENCONTRÉS EN MILIEU URBAIN, ORGANISÉS SELON UN GRADIENT D'ANTHROPISATION



Source : Désimpermeabiliser les villes, guide opérationnel pour (re)découvrir les sols urbains, Plante&Cité, décembre 2024

Déconstruire 5 idées reçues sur les sols en milieu urbanisé¹²

Les sols urbains sont très remaniés ?

Les villes en France ont la particularité d'avoir un centre très dense, qui s'est peu étendu entre le Moyen-Âge et le 18^{ème} siècle, avant un élargissement limité lors de la révolution industrielle : il en résulte un fort remaniement des sols dans ces espaces.

L'expansion urbaine, qui se produit principalement après la 2^{nde} Guerre mondiale, se réalise de façon différente : les sols sont peu modifiés, hormis aux endroits des fondations des bâtiments et des infrastructures. Ce modèle est commun. Pour une ville, « environ 70 % du territoire hors centre historique a changé une seule fois d'usage depuis 1950¹³ » : les sols peuvent être considérés comme pseudo-naturels.

Les sols urbains sont de moins bonne qualité ?

Intuitivement, on pourrait penser que les sols urbains contiennent moins de matière organique, moins de capacité de rétention d'eau, et qu'ils sont moins intéressants pour les plantes. Ce n'est pas forcément vrai. A Paris, par exemple, les parcs et jardins après 1950 sont construits sur des sols agricoles, et leurs teneurs en carbone sont équivalentes au sol agricole alentour, voire supérieures parce que les jardiniers ont apporté du compost ou des fumiers.

La pollution est le seul indicateur de qualité des sols ?

La pollution des sols ne peut plus être le seul critère d'analyse de la qualité des sols, un sol non pollué pouvant s'avérer inadapté aux projets envisagés. La connaissance de la qualité des sols est nécessaire à l'aménageur pour arbitrer entre différents usages : urbanisation, protection, refonctionnalisation à travers la renaturation. Les indicateurs seront déterminés en fonction du projet : par exemple, le réservoir utilisable en eau à destination des arbres, en cas de recherche de sites à renaturer/planter.

RÉSERVOIR UTILISABLE EN EAU « ARBRES »



¹² D'après un entretien avec Laure Vidal-Beaudet, professeur en agronomie urbaine à l'Institut Agro Rennes-Angers. Ses recherches visent notamment à développer des outils d'aide à la décision pour intégrer la qualité des sols dans les projets d'aménagement urbain.

¹³ D'après Libessart et al., 2022, cités dans l'article Cartographie des sols urbains : Méthode de caractérisation d'une couverture pédologique soumise à différentes formes de dénaturation et d'anthroposolisation, Revue Étude et Gestion des Sols, Ducommun C., Duvigneau C. et Vidal-Beaudet L., 2023.

Pas d'alternative à la terre végétale pour les aménagements paysagers ?

Dans le domaine de l'aménagement paysager, la pratique consiste souvent à enlever la terre en place, qui ne répond pas aux prescriptions techniques attendues (celles d'un « sol idéal »), pour la remplacer par de la terre végétale. Celle-ci sera prélevée en décapant le premier horizon de sol, à l'occasion de chantiers ou directement dans des terres agricoles. Ce mode de faire n'est pas durable vis-à-vis de la production nourricière. Le programme de recherche SITERRE¹⁴ montre qu'il est possible de (re)constituer des sols fertiles en ville, avec les matériaux alternatifs dont on dispose sur place (terres excavées, déchets verts...) et faisant appel à l'économie circulaire. Pour favoriser ces procédés innovants, les cahiers de prescriptions techniques émanant des maîtres d'ouvrage sont appelés à évoluer.

Desceller, désimperméabiliser : des projets réservés aux grandes villes, et nécessitant des moyens importants ?

Les communes entreprennent des démarches de désimperméabilisation, en particulier dans les cours d'école¹⁵, l'un des aspects les plus visibles pour les citoyens.

A l'école maternelle de Saint-Sulpice-le-Dunois (23), avec un budget inférieur à 10 000 €, le jardin de l'école a été aménagé grâce à des plantations et de l'auto-construction de mobilier, le tout complété par des cabanes végétalisées, une butte avec escalier, des potagers et des bacs sensoriels. L'objectif était de créer des îlots de fraîcheur et sensibiliser les élèves à la question climatique.

Autre exemple de désimperméabilisation, celui de Dunkerque où un ancien quai de déchargement en enrobé sur l'île Jeanty a été transformé en un jardin expérimental, favorisant la reconquête végétale. Superficie : 300 m² / 11 000 € (Plante&Cité).

¹⁴ Programme SITERRE, Procédé de construction de Sols à partir de matériaux Innovants en substitution à la Terre végétale et aux granulats de carrière, ADEME et Plante&Cité, 2015

¹⁵ <https://www.observatoire-oasis.fr/>

Les apports de la recherche sur les sols urbains

Les programmes de recherche se multiplient pour faire progresser la connaissance des sols urbains, qui s'avère essentielle dans la réponse aux enjeux de transition environnementale. Les axes de travail sont variés et orientés vers la production d'outils de mise en œuvre.

Les projets SITERRE et DESSERT ont porté sur la désimperméabilisation et sur la construction de sols fertiles à partir de matériaux recyclés. Ils s'appuient sur des expérimentations qui donnent à voir des possibilités concrètes de transformation du cadre de vie urbain par la restauration des sols, comme le jardin Casse Dalle, réalisé par Wagon Landscaping à Romainville, en lieu et place d'un espace délaissé et bitumé.

Le projet de recherche Villegarden s'intéresse au conflit potentiel entre le modèle de la ville compacte (densification urbaine) et le modèle de la ville verte, fraîche et perméable : quel risque pour les Espaces Verts Résidentiels ? Rendent-ils les services attendus ? Comment les optimiser au profit de l'armature verte urbaine ?

Villegarden (en cours) : évaluer la qualité écologique et sociale des Espaces Verts Résidentiels et comprendre comment ils contribuent à la complémentarité écologique le long d'un gradient urbain-rural, dans 9 villes (Angers, Dijon, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Paris et Toulouse).

SITERRE II (2023-2026) : structurer une filière de revalorisation des matériaux urbains recyclés (bétons, terres, composts) selon leurs propriétés (fertilité, portance, perméabilité) pour créer des sols fertiles en ville. Recherche opérationnelle qui aboutira à la rédaction d'un cahier des charges de construction de sol.

DESSERT (terminé) : recherche action sur les solutions de désimperméabilisation des sols urbains, dont le résultat est un guide opérationnel à destination des concepteurs urbains et d'espaces paysagers, des aménageurs et des bureaux d'études : "Désimperméabiliser les villes. Guide opérationnel pour (re)découvrir les sols urbains" édité par Plante&Cité.

Le jardin Casse Dalle¹⁶

« C'est un jardin de production de la Cité Maraîchère. Le projet a été dessiné en fonction des besoins liés à la production agricole et en concertation avec les habitants du quartier. Le cœur d'îlot a été désimperméabilisé (1, 2) et les matériaux ont été intégralement recyclés dans le projet (3), permettant une optimisation du budget tout en évitant la génération de tonnes de déchets. Une palette végétale diversifiée et adaptée au contexte (sol, entretien, arrosage) (4) a permis de créer des milieux très variés (haies, bosquet fruitier, massif de sol pauvre), propices à la biodiversité (5, 6) ». Superficie : 1 500 m² / Coût : 35 000 €



Source : Désimperméabiliser les villes, guide opérationnel pour (re)découvrir les sols urbains, Plante&Cit , décembre 2024,   wagon-landscaping (photos 1   5),   Yann Monel (photo 6)

¹⁶ Source : Désimperméabiliser les villes, guide opérationnel pour (re)découvrir les sols urbains, Plante&Cit , décembre 2024

Un autre champ de la recherche a porté sur l'intégration du sol « en 3 dimensions » dans les démarches de planification et de projet urbain. Comme l'explique l'ADEME¹⁷, le sol est plus difficile à diagnostiquer en milieu urbain car il est le fruit d'une succession d'usages. Plusieurs méthodes ont donc été élaborées pour évaluer les fonctions écologiques des sols urbains, à différentes échelles, depuis le grand territoire jusqu'à la parcelle. Plus on se rapproche de cette échelle, plus la connaissance sera coûteuse à mobiliser (nécessité d'analyses de terrain et en laboratoire).

L'ADEME envisage une large diffusion de ces méthodes, voire une agrégation en un seul outil, afin d'accompagner la montée en compétence des acteurs de l'aménagement.

Des territoires et des villes se saisissent d'ores et déjà des acquis de la recherche sur les sols urbains, notamment l'Agence d'urbanisme de la région angevine qui a exploré le sujet de la reconquête des espaces urbanisés fondée sur la qualité des sols.

Démarche MUSE : évaluer et cartographier au 1/250 000^e la multifonctionnalité potentielle des sols à une échelle supra-communale (SCoT), en mobilisant des données existantes. Objectif : fournir les premiers éléments d'orientation avant l'acquisition de données de terrain.

DESTISOL : à l'échelle du projet d'aménagement, évaluer la compatibilité entre un sol en place et un type d'usage (voirie, pelouse, jardin potager). Nécessite des observations et des mesures de terrain.

SUPRA : analyse plus précise de la multifonctionnalité des sols, reposant sur des mesures en laboratoire. En matière de planification, permet de formuler des recommandations sur une utilisation optimale des sols, de l'échelle 1/10 000^e à celle de la parcelle.

Intégrer la qualité des sols dans l'aménagement urbain : l'exemple du pôle métropolitain Loire Angers

Le rapport « Éclairer la stratégie de reconquête des espaces urbanisés : approche qualitative du ZAN intégrant la qualité des sols urbains », publié en février 2025 par l'Agence d'urbanisme de la région angevine, en collaboration avec l'Institut Agro, rend compte d'une méthode innovante pour concilier les objectifs du ZAN avec la préservation et la valorisation des sols en milieu urbain. L'étude, menée sur 3 communes aux profils divers, guide les choix d'aménagement en intégrant la qualité des sols urbains comme critère central, au-delà de leur simple dimension foncière.

La méthodologie repose sur une analyse multicritère combinant des indicateurs liés à la qualité des sols (profondeur, texture, potentiel de stockage de carbone, hydromorphie...) et des critères urbains (centralité, desserte en transports, densité, risques naturels).

Grâce à des sondages pédologiques et à la création de cartographies thématiques, les espaces urbanisés ont été notés afin d'identifier ceux présentant un intérêt fort pour la densification, la renaturation, ou les deux.

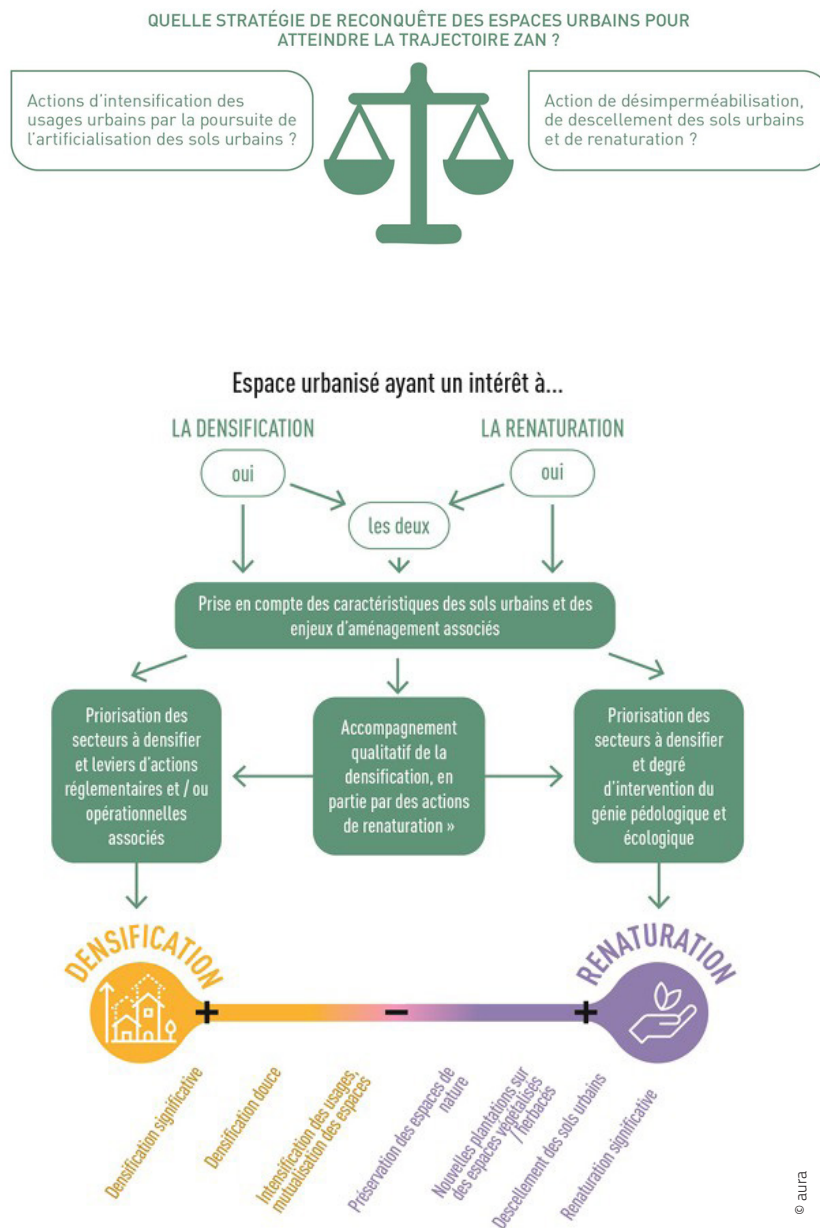
¹⁷ ADEME, Avis d'expert, La santé des sols urbains au service de l'aménagement des villes et des territoires, janvier 2024



Les zones d'activités économiques, souvent peu denses et bien desservies, ressortent comme prioritaires pour la densification, tandis que les secteurs souffrant d'îlots de chaleur ou de faible couverture arborée sont ciblés pour la renaturation. Un indicateur composite, dédié à la capacité des sols à accueillir des arbres, a été développé pour guider les projets de végétalisation urbaine.

Les résultats mettent en avant la nécessité de repenser l'aménagement urbain en fonction des potentialités des sols, plutôt que de les considérer comme un simple support. Ainsi, certains espaces pavillonnaires ou sportifs, bien que propices à la densification, pourraient bénéficier d'actions de renaturation pour améliorer le confort climatique et la biodiversité.

Cette étude ouvre la voie à une gestion plus sobre et adaptative des espaces urbanisés, où la connaissance des sols devient un outil stratégique pour concilier densification, renaturation et adaptation au changement climatique.



Source : aura, Agence d'urbanisme de la région angevine



A retenir : une vision renouvelée de l'aménagement par la connaissance des sols urbains

Des sols en bonne santé sont essentiels à l'habitabilité des villes et des territoires, en limitant les inondations grâce à leur perméabilité, en atténuant la chaleur en tant que support de végétation,...

Les stratégies de planification et les projets urbains permettent d'envisager la préservation et la restauration de cette ressource, en faisant évoluer « leur mode de fabrication » et en intégrant de nouvelles connaissances.

Lors de la 12^e édition de la journée mondiale des sols organisée en Pays de Loire en décembre 2025, un élu a témoigné de la vision renouvelée de son territoire dont il a pris conscience, à l'issue de l'analyse de la fonctionnalité des sols, dans le

cadre d'une expérimentation sur la mise en œuvre du ZAN¹⁸.

En premier lieu, il s'agit de construire cette connaissance des sols en profondeur, à partir de données et de méthodes, disponibles ou à constituer, et en bénéficiant des apports de la recherche sur les sols en milieu urbain. La nature de la connaissance, son degré de précision sont à adapter selon les échelles de réflexion. L'OCS GE, à découvrir dans le chapitre suivant, fait partie du jeu des données disponibles à grande échelle sur la couverture des sols.

En milieu urbain, seule l'analyse de terrain, via des sondages pédologiques, est valable pour décrire et comprendre les fonctions

du sol. Pour autant, il ne s'agit pas de réaliser des sondages tous azimuts, mais plutôt de jongler entre la précision recherchée, et les coûts, comme cela a été expérimenté par l'Agence d'urbanisme de la région angevine par exemple. Autrement dit, le choix des propriétés des sols à mesurer ou analyser doit être établi en fonction du contexte, des enjeux et des objectifs du projet, ainsi que des moyens disponibles. S'agit-il d'appréhender la multifonctionnalité des sols sur un grand territoire, à l'aide d'indicateurs généraux, pour orienter les usages des sols ? Ou d'évaluer la qualité d'un sol à l'échelle d'un projet et pour un usage déterminé ?

"Je conseille aux élus locaux de réaliser des sondages pédologiques pour avoir accès à une connaissance qui leur permettra de ne pas commettre d'erreur, de construire là où il faut et de préserver et valoriser les sols pour leurs qualités écologiques quand ils en ont,"

Stéphane Raffali maire de Ris-Orangis, Expérimentation ZAN ADÈME, Journée Mondiale des Sols, 13 novembre 2025.

Prendre en compte la qualité des sols, en considérant le sol comme une matière en trois dimensions et pas seulement comme une surface, permet d'optimiser localement l'usage des sols et d'éclairer les décideurs sur les choix d'aménagement à conduire, en identifiant les sols à préserver de l'artificialisation, ceux les plus propices à la renaturation, ou à la densification, ou à une combinaison des deux.

¹⁸ Expérimentations urbaines ADÈME, Territoires ZAN, <https://www.dailymotion.com/video/x9qmbm2>

L'OCS GE, une donnée nouvelle pour appréhender les sols ?

Les bases de données cherchant à décrire l'occupation des sols inscrivent dans la lignée du projet européen Corine Land Cover lancé dès 1985¹. Ces Modèles d'Occupation des Sols (MOS) sont bâtis pour définir les espaces urbains – dédiés à l'habitat, à l'économie, et aux équipements –, et les espaces naturels, agricoles ou forestiers d'autre part.

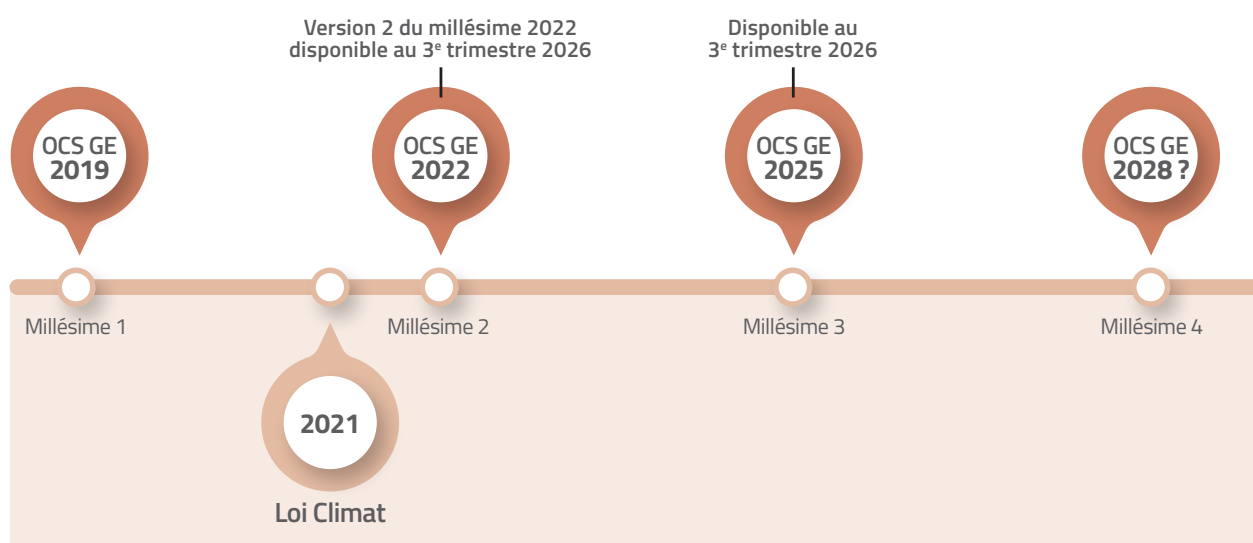
Le MOS Urba 4, outil produit et détenu par le réseau des Agences d'urbanisme en Auvergne-Rhône-Alpes (Urba 4), anciennement Spot Théma, est l'un d'eux et permet dans la Loire de suivre les évolutions de ces espaces depuis 2000, avec un pas de temps de cinq ans.

Si l'intérêt de ces produits reste entier, force est de constater qu'ils n'offrent que peu de connaissances sur le sol lui-même, se concentrant sur l'usage de celui-ci.

En 2021, à la suite de l'approbation de la loi Climat et Résilience, l'Etat lance une démarche visant à couvrir l'ensemble du territoire national avec une nouvelle base de données : l'Occupation du Sol à Grande Echelle (OCS GE). Le projet aboutit mi 2025 à la livraison de deux millésimes de la base de données, pour la totalité des départements et territoires français (dans la Loire, les millésimes 2019 et 2022).

La mise à disposition de cette donnée, en Open Data, sera poursuivie avec de nouveaux millésimes prévus tous les trois ans, livrés à partir de 2026 (le troisième millésime 2025 est attendu au 3e trimestre 2026 dans la Loire).

Produite par l'Institut Géographique National (IGN), l'OCS GE était déjà réalisée « à la demande » sur certains territoires. Une nouvelle génération est développée aujourd'hui, en intégrant par exemple des processus de fabrication assistés par intelligence artificielle, afin de permettre un déploiement généralisé en maîtrisant les coûts. Ce projet est financé par le fonds de transformation de l'action publique et les ministères de l'agriculture et de l'aménagement à hauteur de 20 millions d'euros.



Mise à disposition de l'OCS GE pour le département de la Loire

¹ Corine Land Cover a fourni des données pour 1990, 2000, 2006, 2012 et 2018.

Une base de données à deux dimensions, intégrant la notion de couverture du sol

La spécificité de l'OCS GE réside dans sa structure à deux dimensions. Chaque centimètre carré du sol est décrit par deux attributs :

- Le premier décrit l'**usage du sol**. C'est une vue « anthropique » du sol, en fonction du rôle qu'il joue dans les activités économiques : usage lié aux activités primaires (agriculture, sylviculture, extraction), secondaires (industrie), tertiaires (services, commerces, équipements), aux infrastructures (routes, fer, logistique...), au résidentiel (habitations et leurs espaces dédiés),

voire aux espaces en transition entre plusieurs activités ou sans usage « économique ».

- Le deuxième attribut décrit la **couverture du sol** dans une vue « physionomique » du terrain, selon les éléments physiques constituant le sur-sol : un bâtiment, une couverture anthropique perméable ou pas, de l'herbe, des arbres, de l'eau...

Cette spécificité permet ainsi d'élargir le champ des possibles dans l'utilisation de la donnée.

De multiples possibilités pour observer

Comme les autres MOS, l'OCS GE permet de suivre et comprendre les **évolutions des milieux urbains** (au détriment des milieux agricoles, naturels ou forestiers). Par ailleurs, sa structure en deux dimensions est conçue pour observer la notion plus complexe « d'artificialisation ».

La couche de couverture du sol offre une possibilité nouvelle de suivre de manière homogène la notion « d'imperméabilisation ».

Dans la continuité, même si la couche « couverture » de l'OCS GE n'est en rien une base de données décrivant le sol, les informations qu'elle apporte permettent d'éclairer, sur de grands territoires, les qualités potentielles des sols : celui-ci sera souvent absent sous les constructions, probablement très dégradé sous une couverture imperméable alors que plus on se rapprochera de la forêt, plus on aura de chance de trouver un sol structuré, riche en matière organique et en biodiversité.

APPRÉHENSION DU SOL PAR L'OCS GE



Source : epures, l'observatoire des transitions environnementales

Les sols ligériens vus par l'OCS GE : un capital vert à préserver et faire fructifier

Le millésime 2022 de la base de données OCS GE éclaire la connaissance des sols ligériens sous plusieurs angles :

- 89 % de la superficie départementale est occupée par des sols à usage de production primaire (agricoles, sylvicoles...) participant au stockage du carbone et à la production alimentaire.

- 93 % de l'espace est couvert par des surfaces végétales potentiellement accueillantes pour la biodiversité (formations herbacées ou végétation ligneuse, arbustive ou arborée). Lorsqu'elles sont situées dans les villes et les bourgs, ces surfaces favorisent le rafraîchissement.

- 95 % des sols ne sont pas imperméabilisés et assurent la régulation du cycle de l'eau, et la limitation des risques d'inondation.

Ainsi, **le territoire départemental est doté d'une ressource « sol » précieuse** pour répondre aux enjeux climatiques et écologiques. La pérennité de ce capital vert n'est cependant pas garantie. La comparaison des millésimes 2019 et 2022 de l'OCS GE montre :

- une diminution de 156 hectares en 3 ans des sols à usage agricole sur l'ensemble de la Loire. Cette perte n'est pas reconstituable.

- une progression de l'imperméabilisation des sols : 507 hectares de sols perméables sont devenus imperméables (près des $\frac{3}{4}$ étaient couverts de végétation herbacée dans leur état initial).

A l'inverse, au cours de la même période, 76 hectares de sols scellés (soit par du bâti, soit par un revêtement) ont retrouvé un état perméable. Il en résulte un solde de +431 hectares en faveur du ruissellement pluvial entre 2019 et 2022.

Ces évolutions, qui ne sont pas spécifiques au territoire ligérien, contribuent à dégrader les services rendus par les sols, en fragilisant la production nourricière, en exposant les populations à l'aggravation des risques d'inondation, en affaiblissant la biodiversité et la séquestration du carbone...

En s'appuyant sur une connaissance approfondie de la ressource sol, les territoires ligériens peuvent amplifier leur transition vers de

nouveaux modèles d'aménagement adaptés aux défis écologiques et tirant parti de la préservation et de la restauration de cet écosystème.

Illustrant la multifonctionnalité des sols, quatre thématiques sont développées ci-après, éclairées notamment par les données de l'OCS GE, et en indiquant les nouvelles approches possibles ou les solutions déjà concrétisées sur le territoire :

- l'enjeu des sols nourriciers, en lien avec la planification à grande échelle

- le rôle des sols dans la séquestration du carbone, et les moyens pour la massifier localement

- la transformation des villes et bourgs en conciliant sols vivants, nature et densification

- le retour à des sols perméables en milieu urbanisé, pour se préparer aux épisodes pluvieux intenses qui vont se multiplier.

Un potentiel nourricier déficitaire dans la Loire

Comme l'explique Marc-André Selosse, l'autonomie alimentaire n'est pas garantie à l'échelle nationale. Dans la Loire, **les surfaces agricoles actuelles ne sont pas suffisantes pour alimenter la population** qui y réside : le potentiel nourricier théorique est estimé à 87 %. Il varie selon les productions.

Parallèlement, **l'agriculture ligérienne est fragilisée**, face à des défis fonciers, démographiques et climatiques : en 10 ans, les surfaces agricoles utilisées par les exploitations ont diminué de 2 027 hectares. Cette baisse est causée par le **développement urbain mais aussi par l'abandon de terres agricoles** du fait de contraintes (parcelles enclavées dans le périurbain, cloisonnement de parcelles les rendant difficiles et coûteuses à exploiter en montagne)¹.

La **protection des sols agricoles**, via la **maîtrise des extensions urbaines**, est l'un des leviers pour **améliorer la souveraineté alimentaire** dans le périmètre départemental. Les SCoT ligériens s'y emploient, en fixant des objectifs chiffrés de modération de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers (SCoT Sud Loire approuvé le 15 décembre 2025, SCoT du Roannais et SCoT des Monts du Lyonnais en révision, SCoT des Rives du Rhône en vigueur).

La traduction de ces objectifs dans les documents d'urbanisme locaux (PLUi, PLU) contribuera à faire baisser la pression foncière sur les sols agricoles situés en couronne des agglomérations et petites villes, facilitant notamment la mise en œuvre des Projets Alimentaires Territoriaux (au nombre de 7 dans le département).

« Avec le changement climatique, la productivité de nos sols risque de s'effondrer, et dans ces conditions, les pays baisseront leurs exportations alimentaires. Il ne faut pas estimer notre balance commerciale en euros mais en calories (vous enlevez ainsi les spiritueux, qui coûtent cher) :

actuellement nous sommes légèrement excédentaires, mais est-ce que ce sera toujours le cas quand nous aurons le climat de l'Espagne ? A ce moment-là on aura besoin de surface, or cette surface on vient de l'ôter de la bouche de nos enfants avec l'expansion de nos villes. »

Marc-André Selosse, entretien réalisé par l'Institut de la Transition Foncière, 28 juin 2023

POTENTIEL NOURRICIER GLOBAL



87 % des besoins alimentaires pourraient être produits sur les surfaces agricoles du territoire.

POTENTIEL NOURRICIER PAR PRODUIT(*)



11 %
Légumes



34 %
Fruits



42 %
Grandes cultures



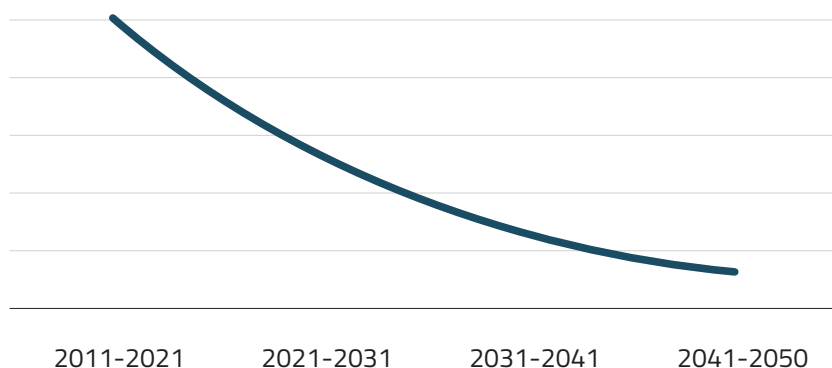
87 %
Élevage

> 100% = surfaces excédentaires pour répondre au besoin local

< 100% = surfaces déficitaires pour répondre au besoin local

Source : epures, d'après Parcel-app.org

TRAJECTOIRE DE RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'ESPACES NATURELS, AGRICOLES ET FORESTIERS DANS LE CADRE DE LA LOI CLIMAT



Source : epures

¹ Pour en savoir plus, se reporter à la publication Alimentation : enjeux et questionnements autour d'une transition, epures, mars 2023.

<https://www.epures.com/index.php/publications/epures/social/1307-alimentation-enjeux-et-questionnements-autour-d-une-transition?highlight=Wylhb-GltZW50YXRpb24iXQ>

Augmenter la séquestration du carbone dans les forêts et les sols

Le carbone présent dans la végétation et les sols du département de la Loire est estimé par l'outil ALDO² à 53,9 millions de tonnes en 2020. Plus de la moitié est stocké sous nos pieds, dans les sols.

Si 1 % de ce stock était réémis vers l'atmosphère, par exemple à la suite de feux de forêt, cela représenterait une émission de plus de 19 780 kilotonnes de carbone : ce chiffre est comparable au CO₂ rejeté durant environ 10 jours de circulation des voitures particulières en France³.

Sur la période 2010-2020, le stock de carbone a augmenté d'année en année : ce sont plus de 326 kilotonnes de carbone qui ont

été stockées en plus, soit une progression de 0,6 % par an du stock ligérien. C'est la croissance des arbres en forêt qui contribue majoritairement à cette augmentation. La forêt est le **plus gros puits de carbone** de la Loire.

A l'inverse, l'artificialisation des sols naturels et agricoles, mais également des sols en ville, est à l'origine d'un relargage de carbone dans l'atmosphère de plus de 52,6 kilotonnes chaque année dans le département : c'est autant d'émissions que les trajets parcourus pendant environ 1 mois par les actifs qui résident dans la Loire pour se rendre tous au travail en voiture thermique⁴.

Imaginons

...que les différentes politiques de renaturation menées par l'ensemble des territoires ligériens conduisent en 2050 à une augmentation de 1 % de la surface des parcs et jardins dans les villes et les bourgs.



Une telle évolution permettrait d'atteindre 54 millions de tonnes de carbone stockées dans le département, soit 100 kilotonnes de carbone piégées en plus en 2050.



Il s'agit par exemple de la quantité de carbone émise par la construction de 2 000 maisons neuves³, ou encore par 30 jours et demi d'utilisation des climatisations domestiques en France³.

Cet exemple montre l'intérêt de politiques publiques « gagnant-gagnant » : mettre en œuvre des projets de renaturation pour étendre les parcs et jardins répond aux aspirations d'un cadre de vie amélioré et plus sain, d'un accès facilité à des espaces de nature et à des îlots de fraîcheur, tout en procurant un gain dans la séquestration du carbone.

Le gain à l'échelle ligérienne s'avère même substantiel si toutes les collectivités s'engagent dans ce type de projet, sans qu'il soit besoin de renaturer de vastes surfaces. Des travaux menés dans d'autres territoires confirment que « la renaturation n'est pas un sujet qui s'attaque d'un seul tenant mais nécessite plutôt le déploiement d'actions multisites »⁵.

² Développé par l'ADEME, l'outil ALDO permet d'estimer la séquestration de carbone dans les sols et la végétation. L'outil se base sur des ratios à l'hectare établis à partir de travaux d'étude des sols. Pour les estimations réalisées dans cette publication, ALDO a été configuré en utilisant l'occupation du sol d'après le millésime 2020 du MOS Urba 4, plus précise et plus complète que les données fournies par défaut.

³ Références ADEME.

⁴ Distance moyenne domicile-travail et nombre d'actifs résidents : source INSEE 2022

⁵ Renaturation : l'accompagnement de l'AURAN pour des territoires plus verts et plus vivants, Agence d'urbanisme de la région nantaise, mars 2025

Un champ de réflexion est ouvert sur la façon d'identifier les sites à renaturer. A titre d'exemple, la méthode REGREEN⁶ permet de cartographier, en milieu urbanisé, les sites minéralisés potentiellement renaturables et qui ne nécessiteront pas la destruction de bâtiments (places publiques, zones abandonnées bétonnées, cours d'immeubles...). Elle fait notamment appel à des données de type OCS GE décrivant l'usage et la couverture des sols.

La renaturation des sols n'est pas synonyme de végétalisation. C'est un processus qui se déroule en combinant plusieurs étapes, et qu'il convient d'adapter à chaque contexte.

1. En premier lieu, il est essentiel d'analyser l'état du sol afin de déterminer les aménagements nécessaires et d'adapter les solutions de dépollution et de déconstruction.

2. Les sols, souvent recouverts de béton ou d'asphalte, doivent être désimperméabilisés pour rétablir la circulation de l'eau, et décompactés. Par différentes techniques, il s'agit de reconstituer des sols fertiles, en mobilisant des déchets urbains (dans l'objectif de limiter le prélèvement de terre végétale).

3. La renaturation s'appuie sur une intensification de la végétation et la plantation d'arbres, en adaptant la palette végétale aux conditions climatiques, au type de sol...

4. La biodiversité d'un site renaturé mais enclavé entre des espaces artificialisés restera faible, d'où l'intérêt de concevoir la renaturation en cohérence avec une trame verte urbaine et ses connexions vers les écosystèmes naturels périphériques.

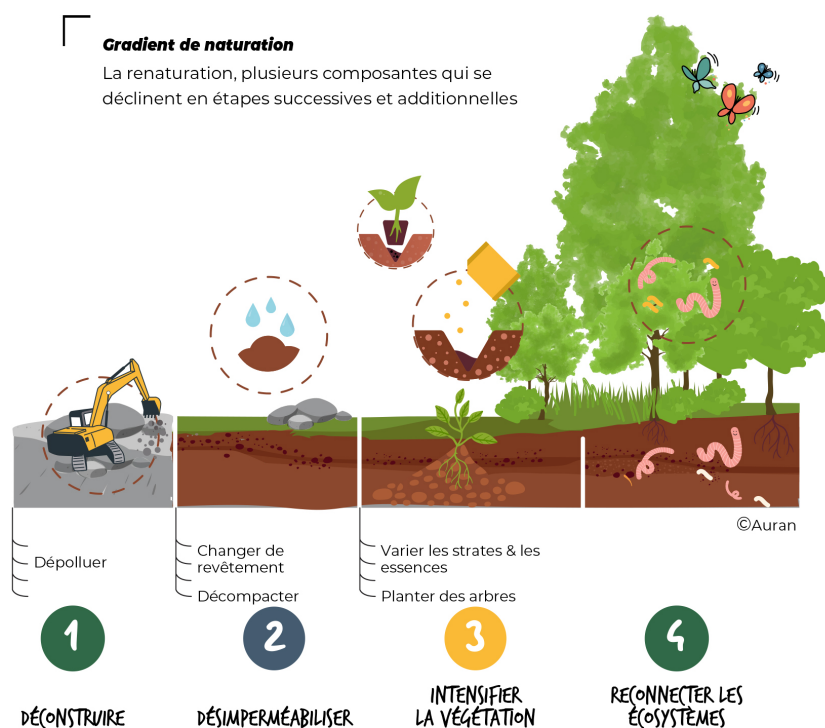
5. La gestion différenciée des espaces renaturés est un compromis favorable à la biodiversité et aux attentes des usagers. Pour évaluer le succès du projet, des indicateurs de suivi de la biodiversité et de la refonctionnalisation des sols sont à mettre en place.

Végétalisation⁷

Processus conduisant à un recouvrement plus ou moins dense des sols par une ou plusieurs espèces de la strate muscinale, herbacée, arbustive et/ou arborescente, qui permet de réintroduire des espèces végétales ou favoriser le développement de celles déjà présentes sur des terrains artificialisés. Ce processus peut être spontané ou volontaire.

Renaturation⁸

Actions ou opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol. En ville, la renaturation ne vise pas forcément un retour à l'état initial : il s'agit de rétablir un certain niveau de fonctionnement écologique (en particulier sur le plan biologique, hydrique, climatique et de la fertilité).



Source : Renaturation : l'accompagnement de l'AURAN pour des territoires plus verts et plus vivants, Agence d'urbanisme de la région nantaise, mars 2025

⁶ Abécédaire de la renaturation, Les dossiers de la FNAU, n°60, octobre 2024

⁷ Ibidem

⁸ Abécédaire de la renaturation, et article L.101-2-1 du Code de l'Urbanisme

Concilier biodiversité et optimisation de la densité en milieu urbanisé

La nécessité de conserver les sols agricoles et les couronnes vertes autour des villes et des bourgs conduit d'une part à renforcer les politiques de renouvellement urbain et d'optimisation de la densité dans les espaces déjà urbanisés, en les accompagnant d'autre part de plans en faveur de la « nature en ville », dont le besoin est parfaitement établi aujourd'hui⁹.

A l'échelle de la planification, ou du projet urbain, il s'agit donc d'orienter les réflexions pour réussir à mettre en œuvre cet équilibre au sein des tissus urbanisés : quels sols densifier et quels sols réserver à la nature ? Faut-il densifier les sols herbacés ou privilégier les sols déjà imperméabilisés ? D'une part, la densification sur des sols couverts de végétation offre un potentiel foncier immédiat au risque d'aggraver l'imperméabilisation et de réduire la biodiversité. D'autre part, la transformation des sols déjà bâtis préserve les sols pseudo-naturels, même si cela peut impliquer des coûts de requalification et de dépollution.

En d'autres termes, la stratégie se dessine en croisant l'intérêt des espaces à être renouvelés, densifiés ou renaturés, et en éclairant cet intérêt par la connaissance des sols en profondeur (et plus seulement en surface). Cette nouvelle approche, cet « urbanisme des sols », permettra de qualifier le type d'intervention et d'apprécier le degré de priorité. Ainsi, l'enjeu est une transformation des villes et des bourgs où optimisation de la densité rime avec transition écologique et qualité de vie.

Dans cette optique, l'OCS GE apporte un premier niveau de connaissance superficiel sur la couverture des

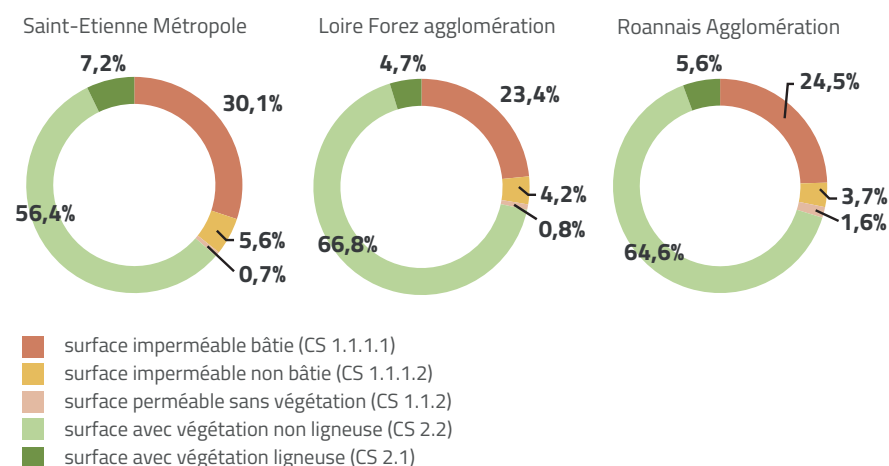
sols (il ne s'agit toutefois pas d'une cartographie des sols au sens pédologique). Examinons le cas des espaces à usage résidentiel dans les 3 intercommunalités les plus peuplées de la Loire.

Dans chaque territoire, les tissus résidentiels se caractérisent toujours par une part dominante de surfaces végétales (ligneuses ou non), comprise entre 64 % et 72 %.

La contribution de ces surfaces végétalisées, à considérer comme privatives, à la trame de « nature en ville » est donc centrale.

Les surfaces imperméabilisées par le bâti résidentiel sont plus fortement représentées dans la métropole stéphanoise (30 % contre 24 % pour les deux autres agglomérations), en raison de sa structure urbaine.

COUVERTURE DES SOLS DES ESPACES RÉSIDENTIELS (US5)¹⁰



Source : OCS GE 2022 - Traitement : epures, l'observatoire des transitions environnementales

L'OCS GE permet de décrire et quantifier les parts respectives des sols imperméabilisés et des sols recouverts de végétation dans les espaces résidentiels. Notons que les tissus résidentiels sont ici décrits dans leur globalité, sans distinguer l'habitat ancien des tissus d'habitat collectif ou pavillonnaires : l'OCS GE ne fournit pas ce type d'information.

⁹ Les effets positifs de la nature en ville sont nombreux : rafraîchissement, amélioration de la qualité de l'air, participation à un meilleur état de santé... Pour en savoir plus, se reporter à la publication Nature en ville et ville contre nature, epures, novembre 2023

¹⁰ Le traitement des données OCS GE est ici réalisé uniquement sur les sols à usage résidentiel (US5), en excluant les sols à usage routier (US4.1.1).

A partir de ces données, la recherche d'équilibre entre densité/biodiversité/nature en ville dans les tissus résidentiels pourrait être appréhendée avec les principes suivants dans une démarche de projet, en s'inspirant de la séquence Eviter-Réduire-Compenser :

- En premier lieu, **valoriser les sols déjà imperméabilisés et bâtis** au prisme de la sobriété immobilière¹¹ ;
- Identifier les besoins en aération/dédensification, qui peuvent être prégnants dans certaines parties du territoire : **libérer les sols déjà imperméabilisés et bâtis** en démolissant le bâti obsolète pour créer des espaces de nature partagés et complémentaires aux jardins privés, avec une approche minimale de végétalisation, celle-ci pouvant être une étape vers la renaturation (notion de gradient de renaturation) ; opérer par un croisement de critères entre l'état du bâti et l'intérêt de reconstituer des espaces de nature en ville ;
- Pour les **sols imperméables et non bâtis** (entre 4 et 6 % selon les intercommunalités) : réduire leur part à un strict nécessaire dans les tissus résidentiels, par exemple en reperméabilisant

les surfaces bitumées dévolues au stationnement (au moyen de pavés drainants, dalles alvéolées ...) ; il s'agit de favoriser l'infiltration pluviale ;

- Très minoritaires dans les espaces résidentiels, les **surfaces perméables sans végétation** sont couvertes par des matériaux minéraux (gravillons, concassé...) ou des matériaux composites. Elles pourraient être augmentées pour les usages de stationnement, en lien avec le point précédent ;

- Les **surfaces couvertes de formations herbacées** sont largement présentes dans les espaces résidentiels de chaque intercommunalité (56 à 67 %). Elles constituent une opportunité à la fois pour la densification par du bâti nouveau¹² et pour renforcer la biodiversité (souvent pauvre dans les jardins aménagés en simple pelouse¹³) :

- Si la densification est choisie, il conviendrait de veiller simultanément à une harmonie entre formes bâties nouvelles et existantes, à maximiser les sols de pleine terre et à diversifier les strates végétales autour du bâti.

- En l'absence de densification, il serait utile de sensibiliser et former les habitants pour faire advenir des jardins plus arborés et biodiversifiés. Le CAUE Rhône Métropole propose par exemple les conseils gratuits d'un binôme paysagiste/naturaliste aux copropriétés qui ont des projets de végétalisation.

- Les **surfaces avec végétation ligneuse sont plutôt limitées**, à hauteur de 5 à 7 % des sols des tissus résidentiels des 3 intercommunalités. La présence de végétation ligneuse est a priori propice à la biodiversité en cas d'association avec les strates herbacées et arbustives. Il s'agirait de préserver, d'entretenir, voire d'adapter ce patrimoine arboré au changement climatique.

Les principes ici proposés pour des espaces résidentiels plus résilients tissent un lien étroit entre sols vivants, paysages, et usages. Les exemples suivants illustrent cette même relation, cette fois à l'échelle d'un parc urbain et de quartiers mixtes : la restauration - même partielle - de sols fortement modifiés par l'homme est porteuse de changements de paysages et de nouvelles aménités pour les habitants.

¹¹ Sobriété immobilière : réutilisation ou optimisation du parc bâti existant, qui est souvent sous-occupé (ce qui permet de réduire la construction neuve et ses impacts environnementaux), tout en répondant aux besoins liés à l'évolution des modes de vie et à ceux d'une population vieillissante. Pour en savoir plus : Sobriété immobilière, epures, décembre 2025

¹² Villes Vivantes décrit un modèle d'évolution pour les quartiers pavillonnaires qui « consiste à organiser une densification douce et diffuse des espaces bâtis, à l'initiative des habitants, en mobilisant et en faisant monter en compétence les professionnels locaux de la construction, dans le cadre d'opérations orchestrées et animées par la collectivité, de façon, notamment, à faire revenir les familles en ville et permettre le maintien à domicile des personnes âgées ».

¹³ Une analyse des jardins d'un échantillon de 322 parcelles à Montfermeil, menée par Villes Vivantes, révèle que dans 72 % des cas, le jardin des parcelles se limite à des espaces de pelouses sans intérêt pour la biodiversité et sans contribution au cadre de vie urbain.

L'îlot Neyron à Saint-Etienne

Ce projet est lauréat de l'Appel à Manifestation d'Intérêt Démonstrateurs de la Ville Durable, visant l'émergence de villes sobres, résilientes, inclusives et productives, afin d'accélérer la transition écologique.

Il prévoit la création de 20 à 60 logements neufs, un cœur social regroupant équipements et services, des espaces publics réaménagés pour les mobilités douces.

L'EPASE met en place une approche originale par les strates de la ville (sous-sol/sol/rez-de-ville/bâtiment). L'objectif est de s'appuyer sur des solutions innovantes et « low-tech » (simplicité, abordabilité, répliquabilité).

Pour la strate sol, le consortium -composé d'acteurs publics, privés et associatifs- étudiera et réalisera des tests : revêtement de sol « rafraichissant », biodisponibilité et transferts des éléments métalliques dans le cadre de la dépollution, expérimentation de régénération des sols pour l'agriculture urbaine.



Novaciéries : la nature au cœur de la renaissance d'une friche industrielle

Le projet Novaciéries, porté par Saint-Étienne Métropole, transforme un ancien site industriel de 45 hectares à Saint-Chamond en un quartier mixte, durable et ouvert sur la ville. Ce site a été repensé pour mêler l'habitat, les activités économiques, les loisirs et les espaces verts, tout en préservant son patrimoine industriel (halles métalliques, cheminée de 100 mètres).



La conception paysagère de Novaciéries a reconstruit des sols capables d'accueillir :

- Des essences locales et adaptées choisies pour favoriser la faune et la flore,
- Des zones de fraîcheur créées grâce à la plantation d'arbres et à l'aménagement d'espaces ombragés,
- Une gestion différenciée des espaces verts mise en place pour préserver les ressources et encourager la biodiversité.

Cette réalisation a été récompensée par la Victoire d'argent du paysage en 2022, soulignant la qualité de ses aménagements.

Parc François Mitterrand à Saint-Etienne : un espace vert pensé pour tous

L'EPASE pilote un projet ambitieux de réaménagement du parc François Mitterrand, situé dans le secteur Manufacture-Plaine Achille. Ce parc de 10 hectares, créé en 2011 à la place d'un ancien parking, va devenir un véritable poumon vert à Saint-Etienne.

Quelques chiffres

- **6 hectares** réaménagés sur les 10 existants
- **800 arbres** et arbustes plantés
- **7 700 m²** de vivaces et **23 500 m²** de pelouse
- Investissement de 5,7 millions d'euros
- Début des travaux prévu au printemps 2026



Prévenir les inondations en rendant les sols perméables

« L'inondation par ruissellement concerne de plus en plus de territoires en raison de l'accroissement continu des surfaces imperméabilisées et artificialisées (rurales et urbaines), couplé à l'augmentation des pluies intenses provoquées par le changement climatique.

Lors de ces épisodes pluvieux, les débits d'eau de ruissellement ne sont pas absorbés par le sol et viennent saturer les réseaux d'évacuation des eaux pluviales et les ouvrages hydrauliques. Les débordements occasionnés empruntent alors généralement les rues avec des vitesses importantes combinées à des hauteurs d'eau variables : ils peuvent ainsi causer des dégâts humains et matériels significatifs ».¹⁴

Près de 70 000 ligériens résident dans une zone réglementée par un Plan de Prévention des Risques d'Inondation¹⁵, et 3 programmes d'actions (PAPI)¹⁶ sont actifs dans les bassins versants du Gier, de l'Ondaine et du Furan, confrontés à la problématique du ruissellement urbain.

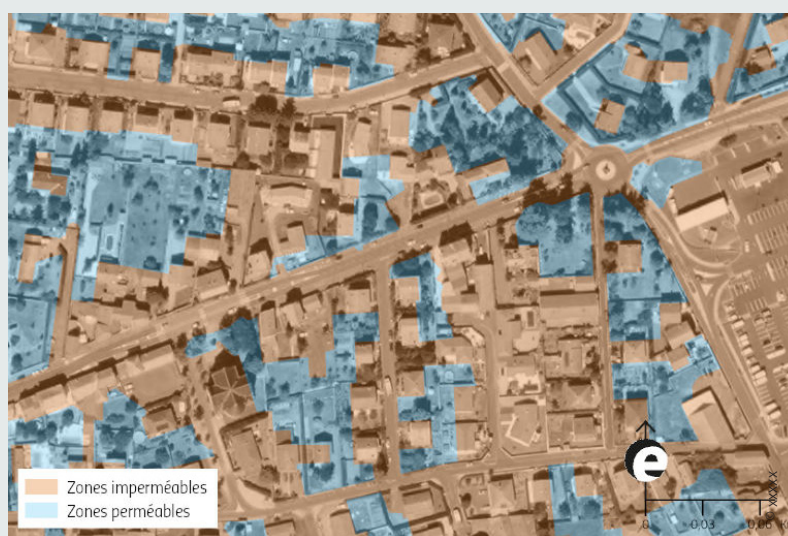
Si seulement 5 % de la superficie départementale est couverte par des zones imperméables, ce taux est logiquement plus élevé dans les espaces urbanisés.

Dans les vallées mentionnées ci-avant¹⁷, le taux d'imperméabilisation des **espaces résidentiels** atteint 44 % (hors réseau routier) et résulte majoritairement des bâtiments, et de façon moindre des revêtements autour de ceux-ci.



Ruissellement pluvial et débordement de réseau, rue Bergson à Saint-Etienne.
Source : forez-info.com © Hervé Mondon

La nouvelle base de données OCS GE apporte des enseignements sur l'imperméabilisation des territoires. Elle décrit la couverture des sols en distinguant d'une part les surfaces végétales (ligneuses /non ligneuses) et d'autre part, les surfaces sans végétation. Au sein de celles-ci, on peut identifier les surfaces rendues imperméables par la présence de bâti, ou de revêtements.



¹⁴ Extraits de georisques.gouv.fr et adaptation-changement-climatique.gouv.fr

¹⁵ Traitements epures : nombre d'habitants en 2019 d'après Filosofi@INSEE, et périmètres des Plans de Prévention des Risques naturels prévisibles d'Inondation approuvés ou aléas connus d'inondation.

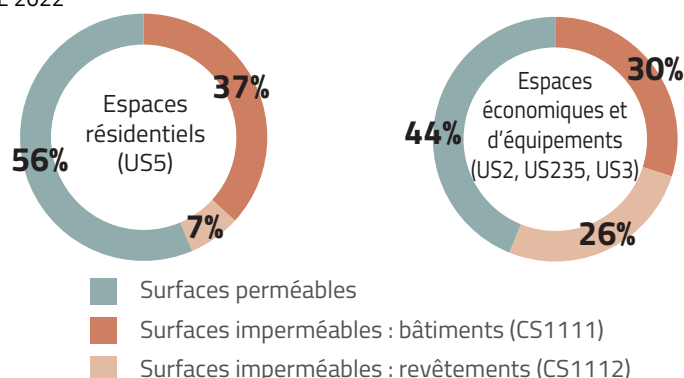
¹⁶ Lancés en 2002, les Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) incitent les collectivités dotées d'un PPRI à réduire les conséquences dommageables des inondations en prenant en compte la totalité des bassins versants (source : Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Loire).

¹⁷ Traitement des données OCS GE sur le périmètre suivant :

- vallée de l'Ondaine : communes de Fraisses, Unieux, Firminy, Le Chambon-Feugerolles, La Ricamarie
- vallée du Furan : Saint-Étienne
- vallée du Gier : Saint-Chamond, L'Horme, La Grand'Croix, Lorette, Genilac, Rive de Gier, Tartaras.

Celui des **espaces économiques et d'équipements** est plus élevé (56 %, hors réseau routier), et provient quasiment à parité des bâtiments et des revêtements qui les entourent : les sols scellés sont privilégiés pour l'aménagement des aires de stationnement, de retournement des véhicules et de stockage.

TYPES DE COUVERTURES DES SOLS DANS LES VALLÉES ONDAINE, FURAN, GIER SELON L'OCS GE 2022



Source : OCS GE 2022 - Traitement : epures, l'observatoire des transitions environnementales

L'OCS GE permet de mesurer l'imperméabilisation propre à chacun de ces tissus et d'en montrer les spécificités. Les données pourraient être approfondies, pour éclairer des choix de repermeabilisation (quels types de tissus et de surfaces prioriser ? A quelle échelle ? Celle du bassin versant, ou dans une certaine largeur de part et d'autre du cours d'eau ? ...).

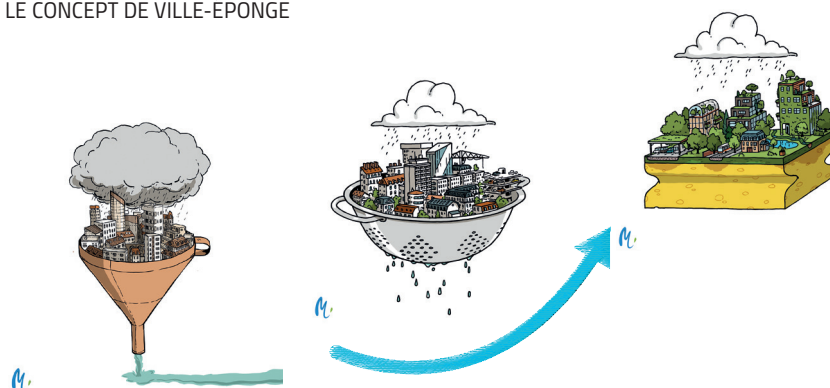
Pour réduire le risque d'inondation par ruissellement, et selon les contextes, il peut s'avérer déterminant de préserver la part des sols perméables (pour maintenir l'infiltration), ou de l'augmenter en supprimant des surfaces imperméables.

En cohérence avec les PAPI, c'est la conception des villes qu'il convient de faire évoluer.

Pendant des années, le modèle du « tout à l'égout », ou ville entonnoir, a dirigé les eaux pluviales vers des réseaux d'assainissement unitaires (mélange avec les eaux usées), engendrant un ruissellement important et des débordements, sources de pollution des milieux aquatiques. Ensuite, la « ville passoire » (zéro rejet pluvial à l'égout) déconnecte eaux pluviales et eaux usées par réseaux séparatifs, sans éliminer le risque de débordement des ouvrages de rétention.

Désormais, dans le contexte de changement climatique et de pression sur les ressources, les espaces urbains s'orientent vers le concept de « ville-éponge ». Le principe est de capter l'eau de pluie dans le sol au plus près de l'endroit où elle tombe. Cette approche innovante vise à restaurer la perméabilité des sols et à intégrer des solutions fondées sur la nature comme les toitures végétalisées, les sols drainants, les jardins de pluie, les zones humides, les parcs ... : elle va de pair avec une ville plus végétale, plus fraîche et propice à la biodiversité.

LE CONCEPT DE VILLE-ÉPONGE



Source : illustrations de Nicolas Journoud pour Méli Mélo © Graie

A Rive de Gier, les sols retrouvent leurs fonctions

En réponse aux crues qui ont causé des dégâts importants dans la vallée du Gier (notamment celles de novembre 2008 et d'octobre 2024), la ville de Rive de Gier adapte son projet urbain. Des espaces publics sont reperméabilisés.

La place Pasteur : un aménagement urbain qui valorise l'eau de pluie

Cette place, bordée par l'église Saint-Jean, a été entièrement réaménagée pour mieux gérer l'eau de pluie en la faisant s'infiltrer sur place plutôt qu'en l'évacuant directement vers les réseaux. Le projet, désormais vu comme une référence pour un déploiement

à l'échelle de la ville, repose sur des sols désimperméabilisés, des revêtements perméables et des dispositifs techniques d'infiltration et de rétention dans le sol, qui stockent temporairement l'eau autour des racines des arbres avant qu'elle ne s'écoule lentement. L'objectif est à la fois de limiter le risque d'inondation, de rafraîchir et végétaliser un secteur auparavant très minéral, et de considérer l'eau de pluie comme une ressource intégrée au fonctionnement de la place publique.



Friche Duralex : redécouvrir des sols végétalisés aux abords de la rivière

La comparaison entre 2 millésimes de l'OCS GE permet de rendre compte de la désimperméabilisation des sols. Entre 2019 et 2022, 76 hectares ont été reperméabilisés à l'échelle départementale. Le plus vaste secteur d'un seul tenant repéré comme tel (5,4 hectares) est celui de la Verrerie à Rive de Gier.

Il s'agit de transformer l'ancienne friche industrielle Duralex, en bordure du Gier, en un quartier ouvert, paysager et renaturé. La ville et ses partenaires ont engagé une reconquête progressive du lieu, avec l'objectif de le dépolluer, de le sécuriser, puis d'aménager des espaces publics de qualité, en rétablissant un lien direct entre le centre-ville, la rivière et le patrimoine industriel.

Au cœur du projet se trouve la renaturation des berges et du lit du Gier sur l'emprise de l'ancienne usine. Le cours d'eau, auparavant très contraint entre des berges artificialisées et des murets, a été reconfiguré pour lui redonner plus d'espace, avec des pentes plus douces, des zones d'expansion de crues et des berges végétalisées. Le résultat permet à la fois d'absorber plus facilement les crues, de réduire la vitesse du courant et de limiter

les débordements en aval, tout en créant des habitats plus favorables à la faune et à la flore aquatiques.

Les nouvelles berges, inaugurées en 2025, remplissent deux fonctions essentielles : elles renforcent la protection des quartiers riverains face aux inondations et offrent aux habitants un cadre de promenade et de nature, de cheminements piétons et cyclables, de bancs et belvédères sur le Gier.



Roannaise de l'eau propose un PARAPLUIE® aux porteurs de projet

En complément des projets urbains qui conduisent à désimperméabiliser les espaces publics, les techniques d'intégration de l'eau de pluie doivent se transmettre aux particuliers.

Roannaise de l'Eau diffuse un outil original, le logiciel PARAPLUIE®, qui facilite la mise en place d'une gestion des eaux pluviales à la source et « à la parcelle ».

L'outil en ligne permet :

- de tester plusieurs solutions et de choisir celle adaptée au contexte, à la réglementation et aux souhaits du porteur de projet

- de pré-dimensionner cette solution (avant-projet, esquisses de l'architecte ...).

Du fait de la méthode de dimensionnement utilisée, son usage est réservé aux petits projets (moins de 1 hectare).




Pour un Aménagement RAisonné Permettant L'Utilisation Inte



La pluie est l'affaire de tous. Que l'on soit habitant, entreprise ou collectivité publique, il est toujours possible de faire un geste pour limiter l'imperméabilisation des sols.

Les eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméables sont communément collectées au réseau d'assainissement.
Or il est préférable de laisser l'eau de pluie s'infiltrer là où elle tombe pour réduire les inondations et préserver la ressource en eau.

Source : Roannaise de l'eau

Transitions environnementales Les publications d'epures

Le territoire ligérien sous eau(te)
pression, octobre 2025



Nature en ville et ville contre
nature, novembre 2023



Alimentation : enjeux et
questionnements autour d'une
transition, mars 2023



Quelle participation du Sud Loire à
l'atteinte des limites planétaires ?
novembre 2021



Ilots de chaleur urbains : vers une
nécessaire prise en charge par les
politiques urbaines, juillet 2020





Square Hauptmann à Saint-Etienne, des sols accueillants pour la nature en ville



nouveaux regards sur le sol, cet allié méconnu

à retenir

Le sol fait partie de l'écosystème terrestre et ne se réduit pas à une surface à aménager. C'est une ressource **non renouvelable** qui assure des bienfaits essentiels pour l'humanité, au même titre que l'eau et l'air.

Cette publication met en valeur :

- la plurifonctionnalité du sol,
- les connaissances déjà disponibles pour restaurer les sols en milieu urbain,
- le potentiel des sols ligériens pour répondre aux transitions environnementales,
- des données à exploiter, et celles à constituer,
- des méthodes testées ailleurs et à appliquer ici.



46 rue de la télématique
CS 40801
42952 Saint-Etienne cedex 1
tél : 04 77 92 84 00
mail : epures@epures.com
web : www.epures.com